



**TUGAS AKHIR - SF 141501**

**IDENTIFIKASI DATA DAERAH MANIFESTASI EMAS  
MENGUNAKAN ANALISIS MAGNETIK**

**Devi Nurulfa  
NRP 1113100120**

**Dosen Pembimbing  
Prof. Dr. rer.nat. Bagus Jaya Santosa, S.U  
Dr. Sungkono**

**DEPARTEMENFISIKA  
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya 2017**





**TUGAS AKHIR - SF 141501**

**IDENTIFIKASI DATA DAERAH MANIFESTASI EMAS  
MENGUNAKAN ANALISIS MAGNETIK**

**Devi Nurulfa  
NRP 1113100120**

**Dosen Pembimbing  
Prof. Dr. rer.nat. Bagus Jaya Santosa, S.U  
Dr. Sungkono**

**DEPARTEMENFISIKA  
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya 2017**



# **DATA IDENTIFICATION OF GOLD MANIFESTATIONS AREA USING MAGNETIC ANALYSIS**

**FINAL PROJECT – SF 141501**

**Devi Nurulfa  
NRP 1113100120**

**Advisors  
Prof. Dr. rer.nat.Bagus Jaya Santosa, S.U  
Dr. Sungkono**

**Department of Physics  
Faculty of Mathematics and Science  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya 2017**

## HALAMAN PENGESAHAN

### IDENTIFIKASI DATA DAERAH MANIFESTASI EMAS MENGUNAKAN ANALISIS MAGNETIK

#### TUGAS AKHIR

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Menyelesaikan  
Program S-1  
Pada  
Bidang Studi Geofisika  
Program Studi S-1 Jurusan Fisika  
Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :  
**Devi Nurulfa**  
Nrp. 1113 100 120

Disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir :

1. Prof. Dr. rer.nat. Bagus Jaya Santosa, S.U.(.....)



2. Dr. Sungkono

  
(.....)

# **IDENTIFIKASI DATA DAERAH MANIFESTASI EMAS MENGUNAKAN ANALISIS MAGNETIK**

**Penulis : Devi Nurulfa**  
**NRP : 1113100120**  
**Jurusan : Fisika FMIPA ITS**  
**Dosen Pembimbing : Prof.Dr.rer.nat. Bagus Jaya Santosa,S.U**  
**Dr. Sungkono**

## **Abstrak**

Indonesia merupakan salah satu negara yang memiliki sumber daya alam emas yang melimpah salah satu contohnya yaitu daerah Papandayan, Kabupaten Garut. Sehingga dilakukan penelitian ini dengan tujuan memetakan anomali medan magnet sebagai dasar analisa bagi persebaran zona alterasi dan zona persebaran urat kuarsa di Papandayan serta dapat mengidentifikasi kedalaman dan posisi anomali magnetik pada daerah Papandayan. Data hasil pengukuran lapangan yang telah didapatkan selanjutnya dilakukan pengolahan data lebih lanjut yang dibagi menjadi dua yaitu interpretasi kualitatif (kontinuasi keatas dan reduksi ke kutub) dan interpretasi kuantitatif (metode CWT). Dari pengolahan data didapatkan hasil pengolahan data magnetik yang dapat memetakan anomali medan magnet regional pada daerah Papandayan, dengan rentang nilai kontras anomali tertinggi bernilai 1050nT sampai dengan 650nT. Daerah dengan nilai anomali rendah -450nT sampai dengan -50nT serta pengolahan data dengan metode CWT pada daerah Papandayan menghasilkan nilai kedalaman dan posisi anomali untuk sayatan A-A' adalah 243,465m untuk posisi dengan kedalaman -210,749m untuk anomali I kemudian anomali II pada posisi 1043,17m dengan kedalaman -222m dan anomali III pada posisi 2550,33m dengan kedalaman -296,634m. Posisi anomali dan kedalaman bawah permukaan sayatan B-B' menunjukkan terdapat dua anomali dengan posisi 982,8215 dengan letak kedalaman -

98.021m untuk anomali I dan anomali II pada posisi 580,061m dengan kedalaman -73,9862m.

***Kata kunci : CWT, Kontinuasi ke atas, Magnetik, Mineralisasi.***

## **DATA IDENTIFICATION OF GOLD MANIFESTATIONS AREA USING MAGNETIC ANALYSIS**

**Name** : Devi Nurulfa  
**NRP** : 1113100120  
**Departement** : Physics FMIPA ITS  
**Supervisor** : Prof.Dr.rer.nat. Bagus Jaya  
Santosa,S.UDr. Sungkono

### **Abstract**

Indonesia is one of the countries that have abundant natural resources of gold, one example is the area of Papandayan, Garut .This research has been done with the purpose of mapping magnetic field anomaly as the basis of analysis for the spread of alteration zone and zone of quartz vein dispersion in Papandayan and identifying the depth and position of magnetic anomaly at Papandayan area. Data of field measurement that have been obtained then done further data processing which Divided into two: qualitative interpretation (upward continuation and reduction to pole) and quantitative interpretation (CWT method). From the data processing, the result of magnetic data processing can map the regional magnetic field anomaly in Papandayan area, with the highest contrast anomaly value range 1050nT up to 650nT. Areas with low anomalous values -450nT up to -50nT and data processing by CWT method on Papandayan area resulted in depth values and magnetic anomaly positions which predicted gold prospecting zone with anomalous position for A-A' incision was 106,1500m for anomalies I and 250,4279m for anomaly II and the location of depth of anomaly I that is 416,2742m below surface of earth and anomaly II 227,6334m below surface of earth. As for the value of anomaly position of incision B-B' of 618m with a depth of 113m below the earth's surface

**Keywords:***CWT, Magnetic, Mineralization, Upward Continuations.*



## KATA PENGANTAR

Puji syukur Penulis panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat serta hidayah-Nya, sehingga dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir di jurusan Fisika FMIPA ITS dengan judul :

### **“IDENTIFIKASI DATA DAERAH MANIFESTASI EMAS MENGGUNAKAN METODE MAGNETIK”**

Penulis menyadari bahwa terselesainya penyusunan tugas akhir ini tidak terlepas dari bantuan dan dukungan dari berbagai pihak, maka pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Prof. Dr. rer. nat. Bagus Jaya Santosa, S.U selaku dosen pembimbing pertama tugas akhir dalam memberi bimbingan, dan wawasan sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini.
2. Bapak Dr. Sungkono selaku dosen pembimbing kedua yang sangat luar biasa dalam memberi dukungan, bimbingan, dan wawasan sehingga Penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini.
3. Keluarga tercinta, Ibu Selvia, Ayah Deddy Suryadi, Adik Dinda Amalia dan Khadafi Akmaluzzuhair.
4. Bapak Dr. Yono Hadi P., M. Eng dan Dr. rer. nat. Eko Minarto, selaku Ketua Jurusan dan Seketaris Jurusan Fisika FMIPA ITS yang telah memberikan kemudahan sarana selama kuliah sampai terselesainya Tugas Akhir ini.
5. Bapak Heru Sukanto S. Si. selaku dosen wali yang telah memberikan saran yang berhubungan dengan mata kuliah selama masa belajar Penulis.
6. Kepada seluruh Staff Unit Geomin PT. Antam Tbk yang telah memberikan saya kesempatan dan fasilitas untuk melaksanakan penelitian tugas akhir ini.
7. Teman satu bimbingan dan seperjuangan metode Magnetik yaitu, Shona Arum Fajartika, Nurul Azizah, dan Shafitri Wulandari.

8. Sahabat saya yaitu Adi Candra Murtiningsih dan Bagas Anggara yang selalu setia menghibur, mendengar keluh kesah saya dan memberi semangat.
9. Sahabat-sahabat saya sejak awal masa perkuliahan, Shona Arum Fajartika, Rayhan Sauqiya Haf, Meindy Fortunawati G, Aditiya Yossita, Wildatun Islamiyah, dan Aulia Ur'rohman yang selalu membantu penulis selama masa perkuliahan sehingga penulis dapat menyelesaikan masa perkuliahan.
10. Bahaduri Azka yang selalu memberi semangat.
11. Seluruh penghuni Lab Geofisika terimakasih atas fasilitas dan sharing ilmu selama masa perkuliahan penulis
12. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Penulis menyadari bahwa dalam proses penyusunan laporan ini terdapat kesalahan. Sehingga penulis meminta kritik dan saran pembaca yang dapat membantu untuk menyempurnakan laporan ini. Akhir kata semoga Tugas Akhir ini bermanfaat bagi semua pihak. Aamiin Ya Rabbal Alamiin.

Surabaya, Junii 2017  
Penulis

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
COVER .....	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
ABSTRAK .....	iv
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR .....	xiii
DAFTAR TABEL .....	xv
DAFTAR LAMPIRAN .....	xvii
BAB I PENDAHULUAN .....	1
1.1    Latar Belakang.....	1
1.2    Perumusan Masalah .....	2
1.3    Tujuan Penelitian .....	3
1.4    Batasan masalah.....	3
1.5    Manfaat penelitian .....	3
1.6    Sistematika Penulisan .....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1    Geologi Regional Daerah Penelitian.....	5
2.2    Prinsip Dasar Teori Magnetik.....	6
2.2.1    Gaya Magnetik .....	6
2.2.2    Kuat Medan Magnetik.....	7
2.2.3    Intensitas Kemagnetan .....	7
2.2.4    Suseptibilitas Kemagnetan .....	8

2.2.5	Induksi Magnetik Sumber .....	8
2.3	Kemagnetikan Bumi .....	9
2.3.1	Sumber Kemagnetikan Bumi .....	9
2.3.2	Komponen Medan Magnet Bumi .....	11
2.4	Kemagnetan pada Batuan .....	14
2.4.1	Diamagnetik .....	15
2.4.2	Paramagnetik .....	15
2.4.3	Ferromagnetik .....	15
2.5	Prinsip Pengolahan Data Geomagnetik .....	17
2.5.1	Koreksi Data Magnetik.....	17
2.5.2	Kontinuasi ke Atas ( <i>Upward Continuation</i> ).....	18
2.5.3	Reduksi ke Kutub ( <i>Reduction to Magnetic Pole</i> )	19
2.6	<i>Continous Wavelet Transform (CWT)</i> .....	21
BAB III METODOLOGI .....		25
3.1	Perangkat Lunak ( <i>Software</i> ) .....	25
3.2	Prosedur Kerja .....	25
BAB IV ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN.....		29
4.1	Koreksi Variasi Harian (Diurnal).....	29
4.2	Koreksi IGRF.....	29
4.3	Interpretasi Kualitatif.....	30
4.3.1	Anomali Magnet.....	30
4.3.2	Pemisahan Anomali Lokal dan Regional .....	32
4.3.3	Reduksi ke Kutub Magnetik Bumi .....	34
4.4	Metode <i>Continous Wavelet Transform (CWT)</i> .....	35
4.5	Analisa Posisi dan Kedalaman Anomali.....	43

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....	47
5.1    Kesimpulan .....	47
5.2    Saran .....	47
DAFTAR PUSTAKA.....	49
LAMPIRAN .....	51

*“ halaman ini sengaja dikosongkan ”*

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Peta Geologi daerah penelitian (PT. Antam 2012) ....	6
Gambar 3.1. Sumber kemagnetan Bumi. Inti Bumi terdiri atas dua lapisan besi-nikel (kiri). Arus konveksi di dalam inti Bumi merupakan proses yang menyebabkan timbulnya medan geomagnetik (kanan) (Reeve, 2010).....	10
Gambar 3.2 Representasi sumber medan magnetik Bumi dengan model magnet batang (Hinze et al., 2013) .....	12
Gambar 2.3. Komponen medan magnet Bumi pada komponen x,y, dan z. I merupakan inklinasi dan D merupakan deklinasi (Hinze et al., 2013) .....	14
Gambar 2.5 Teorema kontinuitas. (a) Nilai medan potensial pada titik P, (b) nilai medan potensial setelah kontinuitas pada titik P (Grant and West, 1965).....	19
Gambar 2.6 Anomali magnetik sebelum (kiri) dan sesudah (kanan) direduksi ke kutub magnetik (Blakely, 1996).....	20
Gambar 2.7 <i>Wavelet</i> Poisson kernel <i>family</i> pada transformasi Fourier dengan bagian <i>Imaginary</i> dan <i>Real</i> . V1 sampai V5 merupakan turunan vertikal dan H1 sampai H5 merupakan turunan horisontal .....	22
Gambar 2.8 Hasil proyeksi garis ekstrema positif dan negatif untuk mengidentifikasi kedalaman sumber potensial bawah permukaan .....	24
Gambar 3.1 Diagram Alir penelitian.....	25
Gambar 4.1. (a) Peta Kontur anomali medan magnet total dan (b) overlay peta kontur medan magnet total terhadap struktur geologi daerah penelitian.....	31

Gambar 4.2	Peta kontur anomali regional dengan menggunakan <i>Low Pass Filter</i> .....	33
Gambar 4.3	Peta kontur hasil Reduksi ke Kutub .....	35
Gambar 4.4	Peta kontur hasil kontinuasi ke atas dengan dua sayatan (A-A' dan B-B').....	36
Gambar 4.5	Visualisasi fase dan modulus sayatan A-A' .....	37
Gambar 4.6	Visualisasi fase dan modulus sayatan B-B' .....	38
Gambar 4.7	Visualisasi koefisien imaginary dengan 5 titik anomali pada sayatan A-A' .....	38
Gambar 4.8	Visualisasi koefisien imaginary dengan 2 titik anomali pada sayatan B-B' .....	39
Gambar 4.9	(a) Grafik perbandingan medan magnet dengan posisi serta kedalam anomali sayatan A-A' (b) Grafik perbandingan nilai medan magnet dengan posisi serta kedalam anomali sayatan B-B' .....	44



## **DAFTAR TABEL**

Tabel 2.1 Jenis batuan dan mineral berdasarkan nilai suseptibilitas (Telford, 1992).....	16
Tabel 4.2 Nilai hasil analisa kedalaman dan posisi anomali pada setiap sayatan menggunakan metode CWT .....	

*“ halaman ini sengaja dikosongkan ”*

## **DAFTAR LAMPIRAN**

Lampiran 1	Data Penelitian.....	46
------------	----------------------	----

*“ halaman ini sengaja dikosongkan ”*

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Indonesia merupakan salah satu negara yang memiliki sumber daya alam yang melimpah, salah satunya adalah tembaga dan emas. Emas adalah mineral logam mulia dan salah satu hasil pertambangan yang utama. Pembentukannya berhubungan dengan naiknya larutan sisa magma ke atas permukaan yang dikenal dengan istilah larutan hidrotermal di kontrol oleh zona lemah yang membentuk rongga, sehingga memungkinkan larutan hidrotermal tersebut bermigrasi dan terakumulasi membentuk suatu endapan yang terletak di bawah permukaan (Cawood, 2008).

Survey geofisika telah lama digunakan dalam kegiatan eksplorasi emas. Mineral emas secara umum memiliki perbedaan sifat kemagnetan yang mencolok dengan batuan sekitar. Metode magnetik adalah metode geofisika yang dapat memberikan informasi mengenai jalur-jalur mineralisasi bawah permukaan (Nurdin dkk, 1996). Penggunaan metode magnetik pada eksplorasi geofisika didasarkan pada perbedaan sifat kemagnetan pada masing-masing batuan. Menurut Kaufman dkk (2009) Perbedaan ini dipengaruhi oleh karakteristik fisik dari batuan tersebut, besar nilai intensitas, dan arah induksi medan magnet total yang bekerja ketika batuan tersebut termagnetisasi. Selain itu metode magnetik juga mampu memberi gambaran mengenai daerah yang teralterasi akibat proses kenaikan hidrotermal yang menyebabkan hilangnya sifat kemagnetan batuan (Irvine and Smith, 1990).

Survei geologi yang dilakukan oleh PT. Aneka Tambang Jakarta di Blok Depok Kabupaten Trenggalek Jawa Timur menemukan urat kuarsa dalam singkapan batuan. Dari sampel urat kuarsa yang ditemukan, setelah diuji dalam laboratorium mengandung bijih emas dan mineral sulfida logam lainnya. Mulyadi (2000) dapat menemukan penyebaran urat kuarsa yang

mengandung bijih emas dan mineral-mineral sulfida logam pada daerah tersebut dengan menggunakan metode magnetik.

Urut kuarsa merupakan salah satu jenis batuan metamorf yang terbentuk akibat adanya intrusi batuan beku yang menembus batuan sedimen dan terjadi aliran hidrotermal yang akan meningkatkan suhu dan tekanan pada batuan tersebut sehingga terjadi mineralisasi (Unit Geomin – PT. Aneka Tambang, 2006). Batuan intrusi (batuan beku) mempunyai harga suseptibilitas yang sangat tinggi sedangkan batuan sedimen akan mempunyai kontras suseptibilitas magnetik yang tinggi dengan batuan sekitarnya. Didasarkan atas proses terbentuknya, keberadaan urat kuarsa dikaitkan dengan keberadaan batuan intrusi.

Dari hasil penyelidikan geologi, daerah Papandayan Garut Jawa Barat, dikategorikan sebagai daerah yang memiliki prospek logam mulia (emas), karena di daerah ini secara umum dijumpai keberadaan urat-urat kuarsa. Dengan adanya informasi geologi tersebut, dilakukan penyelidikan geofisika dengan menggunakan metode geomagnetik untuk dapat mendukung data geologi yang telah ada. Lokasi penelitian berada di zona prospek Arinem daerah Papandayan Garut Jawa Barat. Daerah penelitian berada pada formasi Jampang yang ditutupi oleh formasi Bentang. Formasi Jampang diduga menjadi batuan sedimen dari formasi Bentang (Unit Geomin – PT. Aneka Tambang, 2006)

## **1.2 Perumusan Masalah**

Berdasarkan uraian latar belakang diatas, maka dapat dirumuskan beberapa permasalahan sebagai berikut:

1. Bagaimana memetakan anomali medan magnet sebagai dasar analisa bagi persebaran zona alterasi dan zona persebaran urat kuarsa di daerah Papandayan
2. Bagaimana mengidentifikasi kedalaman dan posisi anomali magnetik pada daerah Papandayan

### 1.3 Tujuan Penelitian

Penelitian tugas akhir ini di harapkan mampu memenuhi tujuan-tujuan penelitian sebagai berikut:

1. Memetakan anomali medan magnet sebagai dasar analisa bagi persebaran zona alterasi dan zona persebaran urat kuarsa di daerah Papandayan
2. Mengidentifikasi kedalaman dan posisi anomali magnetik pada daerah Papandayan

### 1.4 Batasan masalah

Pada penelitian Tugas Akhir ini, memiliki batasan masalah sebagai berikut:

1. Penerapan Metode Geomagnetik untuk menentukan nilai anomali
2. Analisa daerah prospek Arinem – Papandayan, Kabupaten Garut, Propinsi Jawa Barat
3. Analisa posisi dan kedalaman anomali magnetik menggunakan metode CWT
4. Perangkat lunak yang digunakan adalah MATLAB R2009a

### 1.5 Manfaat penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat bermanfaat bagi berbagai pihak, sehingga didapatkan manfaat dari penelitian ini diantaranya:

1. Menghasilkan peta anomali medan magnet dan medan magnet hasil Kontinuasi Keatas serta *Reduce To Pole* di wilayah Papandayan yang di harapkan dapat menjadi acuan dan referensi bagi peneliti geofisika maupun peneliti lain yang berkaitan dengan daerah penelitian kedepannya
2. Mengetahui kedalaman serta posisi anomali diharapkan dapat digunakan sebagai pertimbangan bagi kegiatan penelitian kedepannya maupun eksplorasi lebih lanjut

### **1.6 Sistematika Penulisan**

Pada penulisan Tugas Akhir ini terdiri dari abstrak yang menggambarkan tentang gambaran umum dari penelitian ini. Bab I yang berisikan tentang latar belakang, perumusan masalah, tujuan penelitian, batasan masalah, manfaat penelitian dan sistematika penulisan. Bab II berisikan tentang tinjauan pustaka yang berkaitan dengan dasar teori sebagai acuan dari penelitian. Bab III berisikan tentang metodologi. Bab IV berisikan tentang hasil penelitian dan pembahasannya, terakhir Bab V berisikan tentang kesimpulan dan saran.



## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

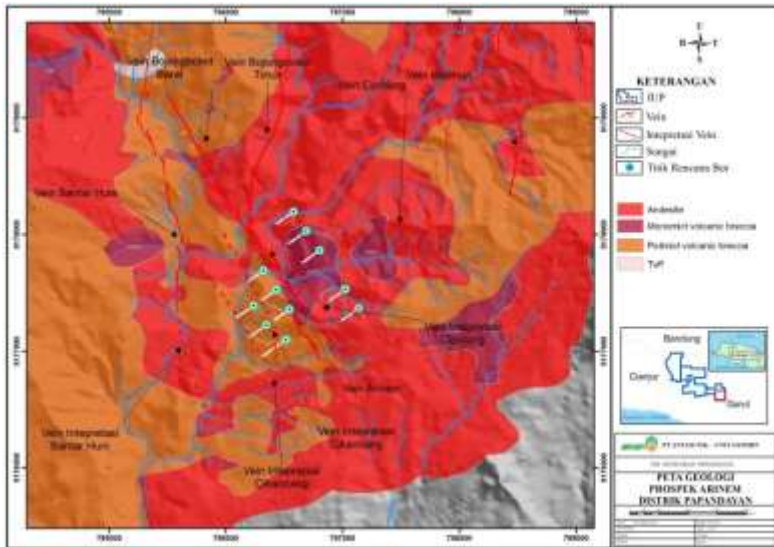
#### **2.1 Geologi Regional Daerah Penelitian**

Daerah penelitian tugas akhir ini terletak di kawasan penambangan emas Papandayan PT. Aneka Tambang Tbk. Kawasan penelitian terletak pada koordinat 794500BT 9181000LU sampai 797000BT 9182500LU, Zona Prospek Arinem. Pada daerah penelitian memiliki mineralisasi emas logam berharga tipe epitermal yang berada pada daerah kompleks *vein* epitermal sulfidasi menengah Arinem (*vein* Au – Zn, Pb, Cu)(PT. Antam 2013, Basuki, 2012).

Daerah Papandayan dan sekitarnya merupakan bagian dari proses vulkanisme yang membentuk kaldera mulai dari Oligosen sampai Kuarter, yang diinterpretasikan terdapat 4 kali pembentukan kaldera pada daerah Papandayan yang memungkinkan terbentuknya fasies sentral dari gunung api, sehingga membentuk sistem hidrotermal yang baik.

Berdasarkan evaluasi umum pada seluruh prospek daerah Papandayan, terlihat kemunculan alterasi dan mineralisasi menarik terbentuk pada batuan berumur Miosen – Pliosen, dengan hostrock adalah Formasi Jampang, Formasi Pamulihan, dimana formasi – formasi ini umumnya tersingkap pada elevasi <900 mdpl. Alterasi dan mineralisasi yang terbentuk kemungkinan berhubungan dengan sistem hidrotermal selama Miosen akhir – Pliosen, sebagaimana mineralisasi Arinem yang terbentuk sekitar Miosen akhir (Imei, 2000 dalam PT. Antam, 2013).

Pada daerah penelitian terdapat beberapa satuan batuan yaitu Andesit, *Monomict volcanic berccia*, *Polimict volcanic breccia* dan tuf seperti yang tertera pada Gambar 2.1



Gambar 2.1 Peta Geologi daerah penelitian (PT. Antam 2012)

## 2.2 Prinsip Dasar Teori Magnetik

### 2.2.1 Gaya Magnetik

Gaya magnetik merupakan gaya yang timbul dari hubungan antara dua kutub magnetik pada jarak tertentu. Jika tiap kutub magnetik memiliki arah kutub berbeda, akan terbentuk gaya yang saling menarik satu sama lain, sedangkan jika tiap kutub magnetik memiliki arah yang sama maka akan terbentuk gaya yang saling tolak-menolak satu sama lain (Hinze et al., 2013). Hubungan antara gaya magnetik dan kutub magnetik dinyatakan dalam hukum Coulomb yang berbunyi bahwa gaya magnetik berbanding terbalik terhadap kuadrat jarak antara dua kutub magnetik. Hukum tersebut dituliskan dalam Persamaan 2.1.

$$\vec{F} = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{q_1 q_2}{r^2} \hat{r}_1 \quad (2.1)$$

Dengan  $\vec{F}$  adalah gaya magnetik pada  $q_1$  dan  $q_2$  dalam satuan Newton,  $q_1$  dan  $q_2$  adalah besaran muatan kutub magnetik dalam satuan coloumb,  $r$  adalah jarak antara kedua kutub dalam satuan meter,  $\hat{r}$  adalah vektor satuan berarah  $q_1$  dan  $q_2$  sedangkan  $\mu_0$  adalah permeabilitas magnetik pada ruang hampa ( $N/A^2$ ).

### 2.2.2 Kuat Medan Magnetik

Metode Kuat medan magnet ( $\vec{H}$ ) adalah ukuran besaran medan magnet pada suatu titik dalam ruang yang muncul dikarenakan adanya gaya antar kutub yang berbeda sejauh dari titik. Menurut Telford (1992), kuat medan magnet ( $\vec{H}$ ) diartikan sebagai gaya magnetik persatuan kutub magnet. Pernyataan tersebut dapat dituliskan secara matematis pada persamaan Oersted berikut:

$$\vec{H} = \frac{\vec{F}}{q_1} = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{q_2}{r^2} \hat{r}_1 \quad (2.2)$$

$\vec{H}$  mempunyai satuan  $A\,m^{-1}$  dalam SI sedangkan dalam cgs  $\vec{H}$  mempunyai satuan oersted.

### 2.2.3 Intensitas Kemagnetan

Suatu benda magnet yang berada pada medan magnet luar ( $\vec{H}$ ) akan termagnetisasi yang disebabkan oleh adanya proses induksi magnet (Telford, 1992). Besarnya medan magnetisasi di dalam setiap bahan magnetik bergantung pada besar medan magnetnya. Untuk bahayang linier – isotropik dan homogen magnetisasinya berbanding lurus dengan medan magnetnya dan biasanya dinyatakan dalam intensitas magnet (Zaki, 2000) dinyatakan dalam persamaan berikut:

$$\vec{M} = \chi \vec{H} \quad (2.3)$$

Dengan  $\vec{M}$  adalah intensitas magnet ( $\text{Am}^{-1}$ ) dan  $\vec{H}$  adalah kuat medan magnet ( $\text{Am}^{-1}$ ) serta  $\chi$  adalah nilai suseptibilitas.

#### 2.2.4 Suseptibilitas Kemagnetan

Suseptibilitas magnetik ( $\chi$ ) merupakan ukuran dasar sifat kemagnetan suatu material yang ditunjukkan dengan adanya respon terhadap induksi magnetik. Sifat ini mengontrol induksi magnetik pada suatu bahan maupun material-material lainnya. Suseptibilitas magnetik merupakan besaran yang tidak berdimensi. Presentasi volume kehadiran mineral-mineral magnet (magnetit) pada suatu batuan digunakan untuk mengetahui karakteristik suseptibilitas magnetik. Kehadiran mineral-mineral magnet (magnetit) adalah sumber mendasar dari suseptibilitas magnetik material yang ada di Bumi (Hinze et al., 2013).

Suseptibilitas magnetik ruang hampa sama dengan nol, dikarenakan hanya benda berwujud yang dapat termagnetisasi. Apabila suseptibilitas  $\chi$  positif maka bahan tersebut bersifat paramagnetik dan imbas magnetnya diperkuat oleh bahan itu. Jika suseptibilitas negatif, bahan tersebut bersifat diamagnetik dan imbas magnetnya diperlemah oleh adanya bahan itu. Nilai suseptibilitas pada batuan semakin besar apabila di dalam batuan tersebut semakin banyak dijumpai mineral-mineral yang bersifat magnetik.

#### 2.2.5 Induksi Magnetik

Induksi Magnetik  $\vec{B}$  adalah medan magnet total yang dihasilkan dari penjumlahan antara medan magnetik benda ( $\vec{M}$ ) dan medan magnetik utama ( $\vec{H}$ ) (Telford, 1992). Pengertian tersebut dituliskan pada persamaan berikut:

$$\vec{B} = \mu_0(\vec{H} + \vec{M}) = \mu_0(1 + \chi)\vec{H} \quad (2.5)$$

Dengan  $\mu_0$  adalah permeabilitas medium magnetik pada ruang hampa ( $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7}$ ) dalam satuan H/m atau  $\text{N/A}^2$ ,  $\mu_0(1 + \chi)$

adalah permeabilitas magnetik relatif, dan  $\vec{B}$  adalah induksi magnetik (Tesla).

## 2.3 Kemagnetikan Bumi

### 2.3.1 Sumber Kemagnetikan Bumi

Sumber kemagnetikan Bumi tersusun oleh tiga bagian yakni medan magnet utama, medan magnet luar, dan medan magnet anomali (Telford, 1992).

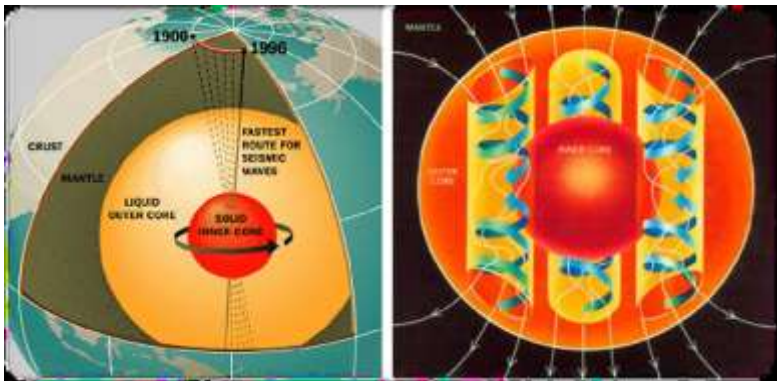
#### Medan Magnet Utama

Medan magnet utama bumi dihasilkan dari arus elektromagnetik yang berasal dari sirkulasi konveksi antara inti luar dengan inti dalam (Gambar 3.1). Inti dalam bumi diasumsikan sebagai besi dan nikel yang berbentuk padat dimana keduanya merupakan konduktor listrik yang baik, sedangkan pada inti luar besi bersifat lebih cair. Proses sirkulasi konveksi antara inti luar dan dalam bumi ini akan menimbulkan aliran elektron yang menghasilkan medan magnet Bumi atau biasa dikenal sebagai geodinamo. Proses tersebut memberikan pengaruh sebesar 99% bagi sumber medan magnet utama bumi. Medan magnet utama Bumi berubah-ubah nilainya terhadap waktu dan variasi perubahannya sangatlah kecil. Nilai tersebut diseragamkan kedalam nilai yang disebut sebagai *International Geomagnetic Reference Field* (IGRF). Nilai IGRF ini diperbaharui setiap lima tahun sekali.

#### Medan Magnet Luar (*External Field*)

Pengaruh medan magnet luar berasal dari aliran arus elektron dikarenakan adanya aktivitas Matahari maupun badai magnetik pada lapisan ionosfer yang merupakan sisi paling atas dari atmosfer. Besarnya perubahan nilai medan magnet luar terhadap waktu terjadi begitu cepat dibandingkan medan magnet utama Bumi. Hal tersebut diakibatkan oleh beberapa hal, yakni:

- Perubahan konduktivitas listrik di lapisan atmosfer dengan siklus sebelas tahun sekali
- Variasi aktivitas Matahari dalam kurva kurun waktu 24 jam sehari dengan jangkauan nilai sebesar 30nT yang bervariasi terhadap latitude dan musim
- Variasi harian dalam periode 25 jam yang berhubungan dengan rotasi bulan dengan jangkauan maksimal 2nT
- Badai magnetik yang memberikan perubahan nilai signifikan dengan jangkauan maksimal hingga 1.000 nT



Gambar 3.1. Sumber kemagnetan Bumi. Inti Bumi terdiri atas dua lapisan besi-nikel (kiri). Arus konveksi di dalam inti Bumi merupakan proses yang menyebabkan timbulnya medan geomagnetik (kanan) (Reeve, 2010)

### Medan Magnet Anomali

Perubahan nilai medan magnet secara lokal dihasilkan dari variasi keterdapatn mineral magnetik yang ada pada batuan di dekat permukaan maupun batuan yang berasosiasi di lapisan kerak paling atas. Besarnya nilai anomali magnetik berkisar puluhan hingga ribuan nano Tesla, namun tidak jarang bahwa besar nilai anomali magnetik tidaklah mencapai lebih dari 40 km

di bawah permukaan dikarenakan adanya efek suhu Currie ( $\approx 550^\circ \text{C}$ ) yang akan menghilangkan sifat kemagnetan suatu material bila melebihi kedalaman tersebut.

Variasi medan magnet yang terukur di permukaan merupakan target dari survey magnetik (anomali magnetik). Anomali yang diperoleh dari survey merupakan gabungan dari medan magnet remanen dan medan magnet induksi, apabila arah medan magnet remanen sama dengan arah medan magnet induksi maka nilai anomali bertambah besar, begitupula sebaliknya. Pada survey magnetik, efek medan magnet remanen akan diabaikan jika anomali medan magnet kurang dari 25% medan magnet utama bumi (Telford, 1992). Adanya anomali magnetik menyebabkan perubahan dalam medan magnet total bumi dan dituliskan dalam persamaan berikut

$$H_T = H_M + H_A \quad (2.6)$$

Dimana  $H_T$  merupakan medan magnetik total bumi,  $H_M$  medan magnet utama bumi, dan  $H_A$  medan anomali magnetik. Apabila besar  $H_A \ll H_T$  dan arah  $H_A$  hampir dengan arah  $H_T$  maka anomali magnetik totalnya adalah:

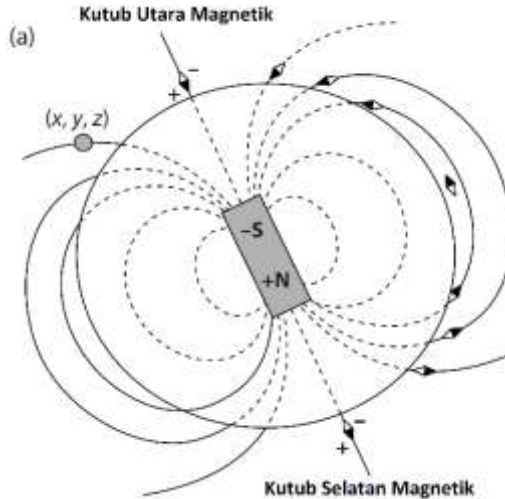
$$\Delta T = H_T - H_M \quad (2.7)$$

Dengan  $\Delta T$  merupakan anomali magnetik total (Khoiri, 2014).

### 2.3.2 Komponen Medan Magnet Bumi

Bumi dapat diibaratkan seperti sebuah magnet sferis yang sangat besar dengan satu medan magnet yang mengelilinginya. Medan tersebut dihasilkan oleh sebuah dipole magnet yang terletak di pusat bumi. Sumbu dipole ini bergeser sebesar  $11^\circ$  dari sumbu rotasi bumi. Artinya, kutub utara geografis bumi tidak terletak pada tempat yang sama dengan kutub selatan magnetik Bumi.

Medan magnet Bumi terdiri atas tiga komponen (Gambar 3.2), yakni magnet komponen berarah Utara – Selatan ( $B_y$ ) komponen berarah timur – barat ( $B_x$ ), dan komponen berarah vertikal ( $B_z$ ).



Gambar 3.2 Representasi sumber medan magnetik Bumi dengan model magnet batang (Hinze et al., 2013)

### Medan Magnet Horizontal

Medan magnet horizontal didefinisikan sebagai komponen medan magnet Bumi yang sumbunya berada pada permukaan Bumi dan mengarah ke kutub magnet Bumi. Komponen horizontal medan magnet bumi terdiri dari dua buah komponen yaitu komponen berarah timur – barat ( $B_x$ ) dan komponen berarah utara – selatan ( $B_y$ ) (Telford, 1992). Definisi tersebut dituliskan kedalam persamaan berikut:

$$|B_H| = \sqrt{B_x^2 + B_y^2} \quad (2.8)$$



Dengan  $|B_H|$  adalah medan magnet horizontal,  $B_x$  adalah medan magnet arah timur – barat dan  $B_y$  adalah medan magnet arah utara – selatan.

### Medan Magnet Total

Medan magnet total ( $B_T$ ) merupakan medan magnet yang terukur pada suatu titik di permukaan Bumi yang terdiri atas tiga komponen, yaitu komponen berarah utara – selatan komponen berarah utara – selatan ( $B_y$ ), komponen berarah timur – barat ( $B_x$ ), dan komponen berarah vertikal ( $B_z$ ). Intensitas medan magnet total dituliskan pada persamaan berikut:

$$|B_T| = \sqrt{B_H^2 + B_z^2} = \sqrt{B_x^2 + B_y^2 + B_z^2} \quad (2.9)$$

### Inklinasi

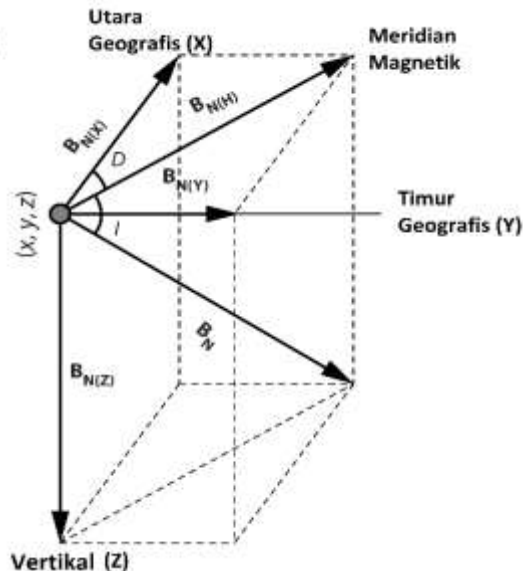
Sudut inklinasi ( $I$ ) menurut (Blakely, 1996) adalah sudut vertikal yang dibentuk antara medan magnetik total dengan medan magnetik horizontal Bumi (Gambar 3.3). Definisi tersebut dituliskan dalam persamaan berikut:

$$I = \arctan \frac{B_z}{\sqrt{B_x^2 + B_y^2}} \quad (2.10)$$

### Deklinasi

Sudut deklinasi ( $D$ ) menurut (Blakely, 1996) merupakan sudut yang dibentuk antara kutub utara magnetik dengan kutub utara geografis bumi (Gambar 3.3). Definisi tersebut dituliskan dalam persamaan berikut:

$$D = \arcsin \frac{B_y}{\sqrt{B_x^2 + B_y^2}} \quad (2.11)$$



Gambar 2.3. Komponen medan magnet Bumi pada komponen x,y, dan z. I merupakan inklinasi dan D merupakan deklinasi (Hinze et al., 2013)

## 2.4 Kemagnetan pada Batuan

Sifat kemagnetan batuan dapat diukur dari kemampuan batuan untuk dapat termagnetisasi. Nilai kemagnetan pada batuan umumnya disebabkan oleh kehadiran mineral magnetik (magnetit dan pyrrhotite) dengan jumlah tertentu. Kehadiran mineral-mineral magnetik tersebut akan memberikan perbedaan nilai suseptibilitas magnetik pada setiap batuan (Telford, 1992).

Sifat magnetik material pembentuk batuan-batuan dapat dibagi menjadi:

#### 2.4.1 Diamagnetik

Bahan-bahan yang dikategorikan diamagnetik memiliki nilai suseptibilitas negatif sehingga intensitas imbas didalam bahan tersebut mengarah berlawanan dengan gaya medan magnet. Dengan demikian, kerapatan magnet akan lebih kecil dari ruang hampa. Diamagnetik berasal dari pergerakan elektron mengelilingi inti (*nucleus*). Pergerakan ini terdiri dari kumparan arus dan ditandai oleh vektor momen sudut (*angular momentum vector*) yang keduanya bergerak tegak lurus terhadap bidang gerak elektron. Kedua vektor ini akan berputar mengelilingi medan magnet luar yang diimbaskan (Hukum Larmor). Pada setiap bahan atau batuan terdapat efek diamagnetik. Jumlah diamagnetik total akan timbul apabila momen magnet atom akan nol pada waktu tidak ada medan magnet luar. Contoh bahan diamagnetik yaitu: Kuarsa, Marmer, Graphite, *Rock Salt* dan Gypsum.

#### 2.4.2 Paramagnetik

Bahan-bahan paramagnetik memiliki nilai suseptibiitas magnet positif dan sangat kecil. Sifat paramagnetik muncul dalam bahan yang atom-atomnya memiliki momen magnetik permanen yang berinteraksi satu sama lain secara sangat lemah. Secara umum momen magnet menyebar acak, namun apabila diberi medan magnet luar maka momen magnet tersebut akan mengarah sesuai dengan medan magnet luar tersebut. Penyebab sifat paramagnetik adalah karena tidak seimbangnya putaran momen magnet elektron. Contoh batuan yang memiliki sifat paramagnetik ialah genes (*gneiss*), sekis (*schist*), pegmatite, syanit, dan dolomite.

#### 2.4.3 Ferromagnetik

Bahan-bahan ferromagnetik merupakan bahan yang didalamnya terdapat banyak kulit elektron yang hanya diisi oleh satu elektron sehingga mudah terinduksi oleh medan magnet luar. Bahan-bahan ferromagnetik memiliki nilai suseptibilitas positif yang sangat tinggi. Dalam bahan ini sejumlah kecil medan

magnetik luar dapat menyebabkan derajat penyearahan yang tinggi pada momen dipol magnetik atomnya. Penyearahan ini dapat bertahan sekalipun medan pemagnetnya telah hilang. Hal ini dapat terjadi karena momen dipol magnetik atom dari bahan-bahan ini mengarahkan gaya-gaya yang kuat pada atom tetangganya sehingga dalam daerah ruang sempit momen ini disearahkan satu sama lain sekalipun medan luarnya tidak ada lagi. Momen atom yang mengarah dengan sendirinya dalam suatu wilayah disebut dengan kawasan magnet (*magnetic domain*). Sifat-sifat ferromagnetik akan hilang di atas suhu Curie. Contoh bahan-bahan ferromagnetik yaitu: besi, nikel, kobalt.

Ketika sifat magnet benda ferromagnetik naik sesuai dengan kenaikan temperatur yang kemudian hilang pada saat temperatur mencapai titik Curie, maka benda tersebut berubah menjadi antiferromagnetik. Contoh mineral yang bersifat antiferromagnetik adalah Hematit ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ).

Kedua sifat magnet tinggi dalam alam pada umumnya disebut ferrimagnetik. Momen magnet pada dua daerah magnet yang tidak searah tetapi besaran momen tidak sama akan menimbulkan suatu kawasan magnet dengan momen magnet tertentu tanpa hadirnya medan magnet luar. Contoh mineral-mineral yang bersifat ferrimagnetik adalah magnetit ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ), titanomagnetit ( $\text{FeO}(\text{Fe},\text{Ti})_2\text{O}_3$ ) dan ilmenit ( $\text{FeTiO}_3$ ).

Tabel 2.1 menunjukkan daftar nilai susceptibilitas magnetik dari beberapa jenis batuan dan mineral yang terdapat pada daerah penelitian berdasarkan pengelompokkan yang dibuat oleh Telford (1992).

**Tabel 2.1 Jenis batuan dan mineral berdasarkan nilai susceptibilitas(Telford, 1992).**

JENIS BATUAN		SUSEPTIBILITAS x $10^{-3}$ SI	
		JANGKAUAN NILAI	RATA- RATA
Mi ner al	Kuarsa		-0.01
	Kalsit	(-0,001) – (-0,01)	

	Lempung		0,2
	Kalkopirit		0,4
	Pirit	0,05 – 5	1,5
	Hematit	0,5 – 35	6,5
	Magnetit	1.200 - 19.200	6000
	Dolomit	0 – 0,9	0,1
	Batugamping	0 – 3	0,3
Batuan Beku	Dolorit	1 – 35	17
	Porfiri	0,3 – 200	60
	Diorit	0,6 – 120	85
	Andesit		160
	Batuan Beku Asam	0 – 80	8
	Batuan Beku Basa	0,5 – 97	25
	Tuff	0 – 20	0,4
Sedimen	Batupasir	0 – 20	0,4
	Batulempung	0,01 – 15	0,6
	Klastika Sedimen	0 – 18	0,9

## 2.5 Prinsip Pengolahan Data Geomagnetik

### 2.5.1 Koreksi Data Magnetik

Data magnetik yang terukur pada daerah penelitian merupakan data medan magnet total yang terdiri atas nilai medan magnet utama Bumi, nilai medan magnet luar yang diakibatkan oleh aktifitas Matahari, dan nilai medan magnet anomali lokal. Nilai anomali magnetik dari pengukuran di wilayah penelitian dapat diperoleh dengan cara melakukan koreksi data magnetik terhadap nilai magnetik akibat efek medan magnet luar (*diurnal effect*) dan terhadap medan magnet utama Bumi (IGRF).

#### Koreksi Diurnal

Koreksi diurnal merupakan koreksi data magnetik terhadap pengaruh medan magnet luar Bumi (aktifitas Matahari) dan perbedaan waktu yang menyebabkan terjadinya penyimpangan data magnetik. Koreksi ini dilakukan dengan cara

mengurangkan nilai medan magnet yang didapat di titik ikat (base station) dengan nilai medan magnet di titik pengukuran (rover). Proses koreksi diurnal dituliskan dalam persamaan berikut:

$$B_{A'} = B_T \pm B_{D'} \quad (2.11)$$

Dengan  $B_{T'}$ , adalah nilai medan magnet anomali yang telah terkoreksi diurnal (nT),  $B_T$  adalah nilai medan magnet total di titik pengukuran (nT), dan  $B_{D'}$  adalah nilai medan magnet variasi harian (nT).

### **Koreksi IGRF (*International Geomagnetic Reference Field*)**

Koreksi IGRF dilakukan untuk menghilangkan pengaruh medan magnet utama Bumi terhadap nilai medan magnet anomali total di titik pengukuran sehingga hanya didapatkan nilai medan magnet anomali. Koreksi IGRF dapat dilakukan dengan mengurangkan nilai medan magnet total yang telah terkoreksi diurnal dengan nilai IGRF. Koreksi IGRF dapat dilakukan kedalam persamaan dibawah ini

$$B_A = B_T \pm B_D - B_I \quad (2.12)$$

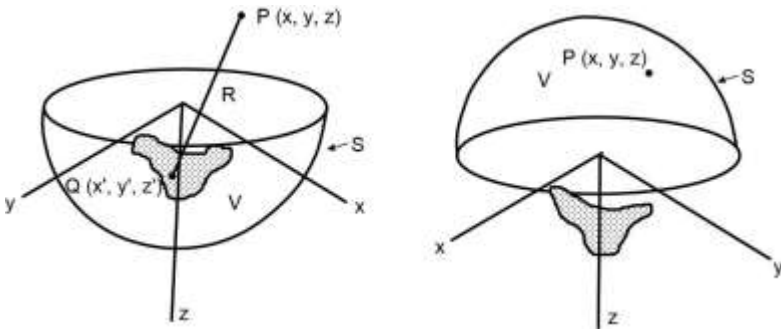
Dengan  $B_A$  adalah nilai medan magnet anomali yang telah terkoreksi diurnal (nT) dan IGRF,  $B_T$  adalah nilai medan magnet total di titik pengukuran (nT), dan  $B_D$  adalah nilai medan magnet variasi harian (nT), dan  $B_I$  adalah medan magnet utama Bumi (nT).

### **2.5.2 Kontinuasi ke Atas (*Upward Continuation*)**

Proses kontinuasi ke atas digunakan untuk menonjolkan nilai anomali magnetik yang disebabkan oleh sumber yang dalam dan menghilangkan nilai anomali magnetic yang disebabkan sumber yang dangkal. Sehingga peta magnetik tidak lagi didominasi oleh fitur anomali lokal yang bersifat dangkal dan juga tidak menghilangkan fitur anomali yang bersifat regional. Perhitungan nilai medan potensial di titik bidang kontinuasi ( $\Delta Z$ ) dapat dituliskan pada persamaan berikut (Grant and West, 1965):

$$\Delta Z = \frac{|z|}{2\pi} \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} \frac{\Delta Z(x', y', z')}{R^3} dx' dy' \quad (2.13)$$

Dengan  $\Delta Z(x', y', z')$  adalah besar medan potensial pada bidang kontinuitas,  $z$  adalah ketinggian pengangkatan, sedangkan  $R = \sqrt{(x - x')^2 + (y - y')^2 + z^2}$ . Hanya komponen vertikal medan magnetik yang digunakan dalam proses kontinuitas.



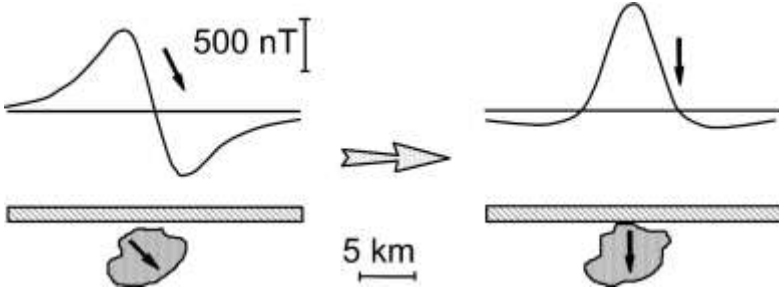
Gambar 2.5 Teorema kontinuitas. (a) Nilai medan potensial pada titik P, (b) nilai medan potensial setelah kontinuitas pada titik P (Grant and West, 1965).

Gambar 2.5 terlihat bahwa prinsip kontinuitas menjelaskan suatu nilai medan potensial bersifat kontinyu dan dapat dihitung di dalam suatu volume pada titik tertentu. Dalam proses kontinuitas ke atas nilai medan potensial magnetik ditransformasi dari suatu bidang permukaan ke bidang yang jauh lebih tinggi.

### 2.5.3 Reduksi ke Kutub (*Reduction to Magnetic Pole*)

Proses reduksi ke kutub dilakukan untuk melokalisasi daerah-daerah anomali maksimum tepat berada diatas tubuh dari sumber anomali dengan cara merubah arah inklinasi anomali magnetik (Gambar 2.6). Secara umum bila magnetisasi dan

medan magnetik lingkungan daerah penelitian tidak vertikal, distribusi magnetisasi menjadi tidak simetris.



Gambar 2.6 Anomali magnetik sebelum (kiri) dan sesudah (kanan) direduksi ke kutub magnetik (Blakely, 1996).

Proses reduksi ke kutub dilakukan dengan mengubah arah magnetisasi dan medan utama dalam arah vertikal, tetapi masih disebabkan oleh sumber yang sama. Proses tersebut dituliskan dalam persamaan Fourier sebagai berikut (Grant and West, 1965)

$$F[\Delta T_r] = F[\Delta \psi_r] F[\Delta T] \quad (2.13)$$

Dengan

$$F[\Delta \psi_r] = \frac{1}{\theta_m \theta_f} = \frac{|k|^2}{a_1 k_x^2 + a_2 k_y^2 + a_3 k_x k_y + i |k| (b_1 k_x + b_2 k_y)}$$

$$F[\Delta \psi_r] = \frac{1}{\theta_m \theta_f} |k| \neq 0 \quad (2.14)$$

Dengan  $F[\Delta \psi_r]$  merupakan hasil reduksi ke kutub,  $\Delta T_r$  adalah nilai anomali yang akan terukur pada kutub utara magnetik. Ditempat ini, induksi magnetik dan medan magnetik akan berarah vertikal ke bawah seperti yang terlihat pada Gambar 2.6.



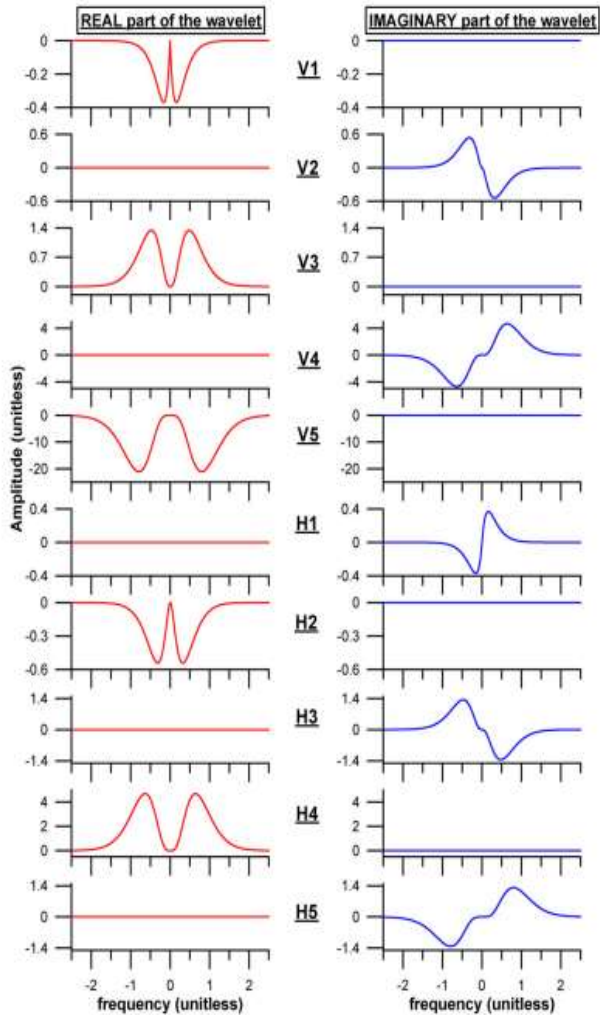
## 2.6 *Continous Wavelet Transform*(CWT)

Gelombang (*wave*) adalah sebuah fungsi yang bergerak naik turun ruang dan waktu secara periodik. Sedangkan *wavelet* merupakan gelombang yang dibatasi atau terlokalisasi atau dapat dikatakan sebagai gelombang pendek. *Wavelet* ini menkonstentrasikan energinya dalam ruang dan waktu sehingga cocok untuk menganalisis sinyal yang sifatnya sementara saja. *Wavelet* pertama kali digunakan dalam analisis dan pemrosesan digital dari sinyal gempa bumi, yang tercantum dalam literatur (Grossmann and Morlet, 1984). Penggunaan *wavelet* pada saat ini sudah semakin berkembang dengan munculnya analisis *wavelet* dan teori transformasi *wavelet*.

Transformasi *wavelet* memiliki dua seri dalam pengembangannya yaitu *Continous Wavelet Transform* (CWT) dan *Discrete Wavelet Transform* (DWT).

CWT memiliki peranan penting dalam analisa pengolahan sinyal sejak tahun 1980an. Perkembangannya pada akhir tahun 1990an. Para peneliti meningkatkan pemahaman mengenai respon sinyal dari sumber medan potensial (*gravity*, magnetik dan elektrik) dengan menggunakan perumusan *Poisson Kernel Family* yang memungkinkan perhitungan kedalam sumber sinyal yang terukur (Mauri et al., 2011)

*Continous Wavelet Transform* adalah konversi dari sinyal ke dalam transformasi matriks yang terdiri dari sejumlah produk skalar dalam produk Fourier. Hasil yang diperoleh menunjukkan kesamaan antara sinyal yang dihasilkan dengan analisa *wavelet* (Gambar 2.7).



Gambar 2.7 Wavelet Poisson kernel family pada transformasi Fourier dengan bagian Imaginary dan Real. V1 sampai V5 merupakan turunan vertikal dan H1 sampai H5 merupakan turunan horisontal

Pada sinyal yang teranalisa dan analisa wavelet keduanya memiliki karakteristik masing-masing seperti bentuk, struktur, dan amplitudonya. Analisa sinyal data oleh *wavelet* memberikan karakteristik yang unik, yang memungkinkan untuk menganalisa struktur karakterisasi sinyal tersebut misalnya konten frekuensi dan struktur. Penulisan matematis transformasi *wavelet*  $L(b, a)$  untuk sinyal  $s$  oleh sebuah wavelet dapat dideskripsikan sebagai berikut:

$$L(b, a) = a^{-\gamma} \int_x g_n([x-b]/a) s(x) dx^\gamma \quad (2.15)$$

dengan  $q = n + \gamma + a$ ,  $\gamma \in N$  merupakan urutan dimensi ruang,  $b$  merupakan parameter translasi, dan  $a$  menotasikan parameter dilatasi. Parameter dilatasi berkaitan dengan frekuensi. Dilatasi rendah berkorelasi dengan frekuensi tinggi begitu juga sebaliknya. Sehingga analisa *wavelet* dapat digunakan sebagai proses *band filter*.

Studi ini menggunakan CWT berbasis domain frekuensi untuk meningkatkan efisiensi. Berdasar domain frekuensi, persamaan umum dasar turunan wavelet horizontal ke- $n$  pada persamaan *Poisson Kernel Family* (Sailhac et al., 2009) dapat dinyatakan dalam persamaan berikut

$$H_n(u) = (2\pi i u)^n \times e^{(-2\pi|u|)} \quad (2.16)$$

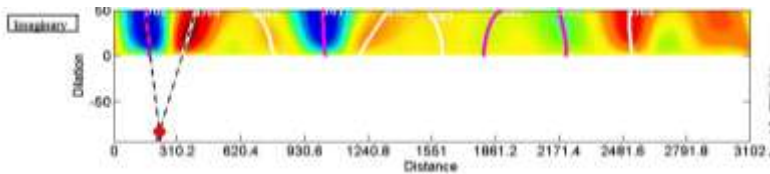
dengan  $u$  merupakan bilangan gelombang dari variabel spasial,  $x$  pada domain frekuensi, dan  $n$  merupakan turunan ke- $n \in N$  dari *wavelet* tersebut

Sama dengan transformasi Hilbert untuk turunan Horizontal, persamaan umum untuk turunan vertikal ke- $n$  dari *Poisson family*  $V_n(u)$  adalah:

$$V_n(u) = 2\pi |u| (2\pi i u)^{(n-1)} \exp(-2\pi |u|) \quad (2.17)$$

Seperti yang telah dijelaskan pada penelitian sebelumnya (Mauri et al., 1997), analisa sinyal medan potensial dengan menggunakan wavelet ( $V_n, H_n$ ) memungkinkan untuk mengestimasi kedalaman  $z$  dan distribusi homogen  $\alpha$  dari

sumber yang menghasilkan sinyal yang dianalisis. Hasil dari Persamaan 2.16 dan 2.17 berupa matriks koefisien. CWT sebagai fungsi dilasi dan posisi. Beberapa sumber dapat ditentukan sebagai sebuah singularitas. Singularitas ini didefinisikan oleh dua atau lebih garis ekstrema (garis ekstrema positif dan negatif) seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.8. Garis-garis tersebut berkumpul pada  $z < 0$  membentuk krucut singularitas. Titik kumpul garis-garis ekstrema ini dapat memperkirakan adanya suatu sumber potensial dibawah permukaan.



Gambar 2.8 Hasil proyeksi garis ekstrema positif dan negatif untuk mengidentifikasi kedalaman sumberpotensial bawah permukaan

## BAB III METODOLOGI

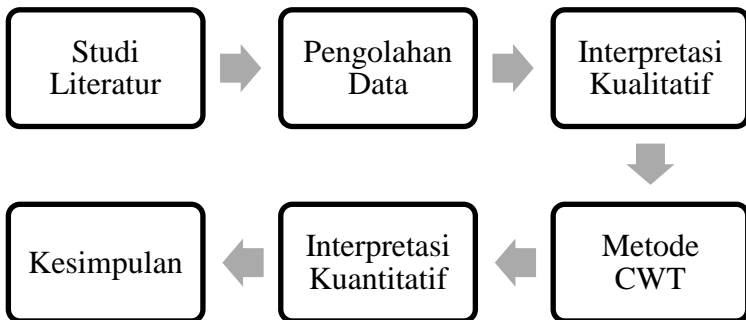
### 3.1 Perangkat Lunak (*Software*)

Perangkat lunak yang digunakan dalam Tugas Akhir ini yaitu

- **Ms. Excel** digunakan sebagai pengolah data untuk menghitung magnet total.
- **Surfer 11** berfungsi sebagai pembuat peta kontur serta penerapan filter kontinuasi ke atas.
- **Magpick** digunakan untuk penerapan filter reduksi ke kutub
- **MATLAB 2009R** digunakan sebagai pengolah data CWT

### 3.2 Prosedur Kerja

Gambar 3.1 merupakan penjelasan langkah kerja dalam penelitian ini yang dapat dideskripsikan sebagai berikut:



Gambar 3.1 Diagram Alir penelitian

#### 1. Studi literatur

Studi literatur diperlukan agar penelitian terlaksana dengan lancar dan memiliki dasar keilmuan yang kuat dan

mempertajam analisis hasil penelitian. Studi literatur yang diperlukan dalam penelitian ini berkaitan dengan metode magnetic, pemisahan anomali lokal dan regional, reduksi ke kutub dan CWT untuk menentukan posisi anomali.

## 2. Pengolahan Data

Data yang diperoleh dari hasil pengukuran adalah posisi titik pengukuran (lintang dan bujur), waktu dan medan magnetik di titik pengukuran. Kemudian dilakukan koreksi harian yang dilakukan terhadap data magnetik terukur untuk menghilangkan pengaruh medan magnet luar atau variasi harian. Selain itu juga dilakukan koreksi IGRF yaitu koreksi yang dilakukan terhadap data medan magnet terukur untuk menghilangkan pengaruh medan utama magnet bumi. Selanjutnya data diolah dengan menggunakan perangkat lunak *Surfer 11* dengan menggunakan data Bujur dan Lintang serta Anomali medan magnet yang telah di koreksi harian dan koreksi IGRF untuk mendapatkan peta kontur 2D anomali medan magnetik total. Untuk memisahkan anomali lokal dan regional dari data magnetik yang terkoreksi dilakukan Kontinuasi keatas (*Upward Continuation*) atau *Low Pass Filter* dengan menggunakan perangkat lunak *Surfer 11*. Hal ini bertujuan untuk menghilangkan pengaruh lokal yang berasal dari sumber-sumber dipermukaan dan memperjelas pengaruh anomali regional. Semakin tinggi kontinuasi data, informasi lokal semakin hilang dan informasi regional semakin jelas. Selanjutnya dilakukan proses Reduksi ke kutub, proses ini dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak *MagPick* dengan tujuan membuat respon anomali terlihat monopole sehingga memudahkan penentuan lokasi benda anomali.

## 3. Interpretasi kualitatif

Interpretasi kualitatif dilakukan dengan menganalisa peta kontur anomali medan magnet total hasil kontinuasi ke atas (*Upward Continuation*) dan kontur anomali medan magnet total yang sudah direduksi ke kutub (RTP).

#### 4. Metode CWT

Metode CWT digunakan untuk menentukan kedalaman dan posisi dari anomali magnetik. Metode ini dijalankan dengan menggunakan perangkat lunak MATLAB 2009R. Pemrograman yang digunakan adalah Multiscale Wavelet Code, pemrograman tersebut dipublikasikan dalam jurnal (Mauri et al., 2011). Multiscale Wavelet code terbagi menjadi dua program yang pertama adalah MWTmat\_analysis.m yang mencakup persamaan wavelet, transformasi kontunuasi dan filter extrema. Yang kedua adalah MWTmat\_depth.m yang mencakup regresi linear, perhitungan kedalaman dan perhitungan koefisien struktur.

#### 5. Interpretasi kualitatif

Interpretasi kualitatif digunakan dengan menganalisis hasil dari pemograman CWT dan di korelasikan dengan hasil peta kontur anomali. Hasil yang didapat diinterpretasikan terhadap kedalaman dan posisi material dibawah permukaan. selain itu dilakukan juga korelasi antara data dengan peta geologi di lokasi penelitian.

*“ halaman ini sengaja dikosongkan ”*



## **BAB IV**

### **ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN**

Bab ini mendeskripsikan tentang analisis dan pembahasan hasil penelitian. Proses analisa dalam penelitian ini dimulai dengan pengolahan data lapangan. Data lapangan tersebut didapatkan dari pengukuran lapangan yaitu koordinat bujur dan lintang, magnetik total, dan waktu pengambilan data. Dilakukan proses pengolahan dengan beberapa koreksi. Koreksi yang dilakukan adalah koreksi variasi harian dan koreksi IGRF (*International Geomagnetik Rich Field*).

#### **4.1 Koreksi Variasi Harian (Diurnal)**

Koreksi variasi harian atau koreksi diurnal bertujuan untuk menghilangkan pengaruh nilai medan magnet luar yang disebabkan aktifitas matahari. Koreksi ini dilakukan dengan perhitungan waktu pengukuran yang dilakukan disetiap titik serta dikurangi dengan waktu ketika pengukuran di *base station*. Persamaan yang digunakan untuk menghitung variasi harian tersebut sebagai berikut:

$$H = \frac{(t_n - t_{aw})}{(t_{ak} - t_{aw})} (H_{ak} - H_{aw}) \quad (4.1)$$

Dengan  $H$  merupakan nilai intensitas medan magnet total,  $t_n$  waktu pengukuran di titik tertentu,  $t_{aw}$  waktu pengukuran awal di base station,  $t_{ak}$  merupakan waktu akhir di base station, dan  $H_{ak}$  intensitas medan magnet awal.

#### **4.2 Koreksi IGRF**

Koreksi IGRF dilakukan dengan mengurangi nilai medan magnet yang telah terkoreksi diurnal dengan nilai referensi medan magnet utama bumi. Koreksi IGRF merupakan koreksi yang dilakukan untuk mengetahui nilai intensitas medan magnet lokal. Medan magnet yang didapatkan dari hasil pengukuran merupakan medan magnet total hasil sumbangan dari tiga

komponen dasar yaitu medan utama (*main field*), medan luar (*external field*), dan observasi lokal. Sehingga perlu dihilangkan pengaruh-pengaruh selain yang berasal dari anomali medan magnet total. Dari keriga komponen tersebut didapatkan hubungan sebagai berikut:

$$\Delta H = H - H_0 - H_D \quad (4.2)$$

dengan  $\Delta H$  merupakan anomali intensitas medan magnet total,  $H$  ialah intensitas medan magnet luar,  $H_0$  merupakan intensitas medan magnet utama bumi (IGRF), dan  $H_D$  ialah intensitas medan magnet pengaruh luar (diurnal).

Nilai IGRF pada setiap daerah berbeda-beda bergantung kepada posisi bujur dan lintang. Daerah penelitian yang berada di Papandayan, Kabupaten Garut yang memiliki nilai 44.745 nT.

Nilai IGRF tersebut diperoleh dari situs pemerintah Amerika Serikat yang bernama *National Oceanic and Atmospheric Administration* (NOAA, <http://www.noaa.gov/>) dan diperbarui setiap lima tahun sekali. Untuk mendapatkan nilai IGRF di situs NOAA, parameter yang perlu dimasukkan adalah posisi bujur dan lintang serta waktu dilakukannya pengukuran magnetik. Selain nilai IGRF, didapatkan pula nilai inklinasi dan deklinasi magnetik yang digunakan pada pengolahan Reduksi ke kutub (RTP).

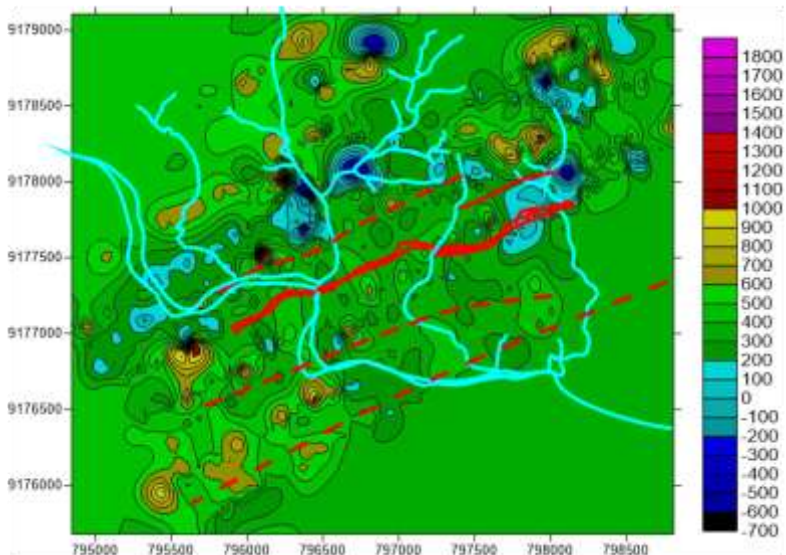
### 4.3 Interpretasi Kualitatif

#### 4.3.1 Anomali Magnet

Persebaran anomali medan magnet pada wilayah penelitian setelah melalui proses koreksi diurnal dan IGRF didapatkan dengan pengolahan menggunakan perangkat lunak *Surfer 11*. Pengolahan data ini dilakukan dengan memasukkan nilai koordinat dan nilai medan magnet total. Nilai anomali medan magnetik total yang didapatkan merupakan hasil dari data magnetik yang telah dikoreksi variasi harian (diurnal) dan nilai IGRF. Anomali medan magnet total di daerah Papandayan merupakan nilai anomali yang masih bercampur antara medan magnet yang bersifat lokal (sumber anomali dangkal) dan regional

(sumber anomali dalam) sertamasih dipengaruhi oleh sifat anomali dipole. Persebaran anomali medan magnet (Gambar 4.1a) dapat dilihat dari hasil pengolahan tersebut bahwa nilai medan magnet terukur memiliki nilai tertinggi sebesar 1800 nT dan nilai terendah sebesar -700 nT. Untuk metode magnetik, bentuk sayatan anomalnya harus berupa dipole magnetik, yang merupakan syarat dalam penggunaan metode geomagnet. Oleh sebab itu, kontur anomali magnetik terdapat nilai positif dan negatif.

Selanjutnya dilakukan proses *overlay* antara nilai anomali medan magnet total dengan struktur geologi daerah penelitian (Gambar 4.1), hal ini dilakukan untuk melihat apakah pola anomali medan magnet total memiliki kesejajaran dengan pola kemenerusan struktur geologi daerah penelitian. Adanya kemenerusan struktur yang memiliki peran untuk berkembangnya sistem lingkungan epitermal daerah penelitian (Hoschke, 2011).



Gambar 4.1. *Overlay* peta kontur medan magnet total terhadap struktur geologi daerah penelitian.

Untuk memperkuat interpretasi data, dilakukan pengolahan lebih lanjut, yaitu dengan dilakukannya proses kontinuitas ke atas untuk menghilangkan noise yang disebabkan oleh sumber anomali dangkal dan memperkuat anomali regional.

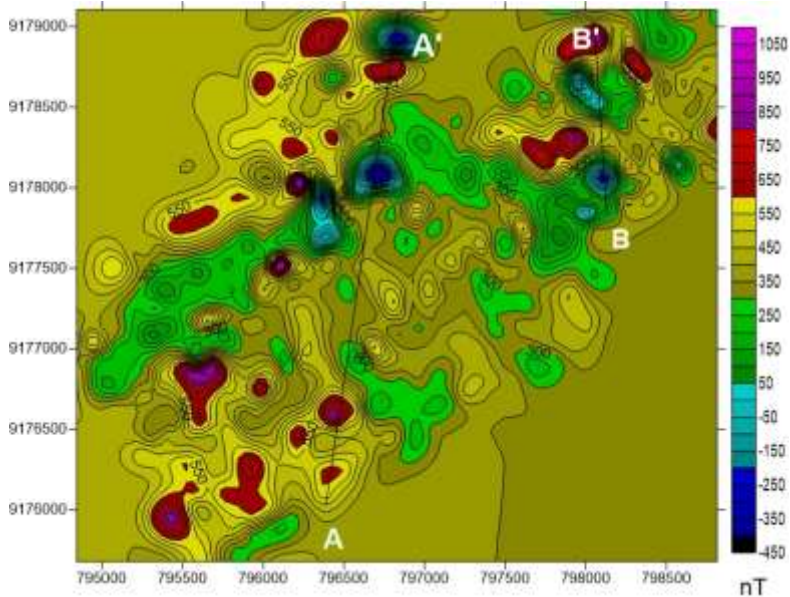
#### **4.3.2 Pemisahan Anomali Lokal dan Regional**

Proses pemisahan anomali lokal dan regional dilakukan untuk memperkuat fitur anomali magnetik yang disebabkan oleh sumber anomali dalam menghilangkan noise maupun fitur anomali magnetik dari sumber yang dangkal. Hasil dari peta kontur anomali magnetik (Gambar 4.1) kemudian diestimasi anomali lokal melalui proses *Low Pass Filter* yang dilakukan menggunakan perangkat lunak *Surfer 11*. Pada perangkat lunak *Surfer 11* proses kontinuitas keatas dinamakan dengan *Low Pass Filter*. Proses *Low Pass Filter* ini dilakukan sampai model kontur yang didapatkan telah stabil dan tidak mengalami perubahan. Hasil dari proses *Low Pass Filter* menghasilkan kontur anomali yang lebih terbuka, yakni anomali dangkal atau kontur anomali yang rapat perlahan akan menghilang saat dilakukan proses kontinuitas. Pada penelitian ini dilakukan satu kali proses kontinuitas dimana data ditransformasi dengan menggunakan *Low Pass Filter 1*. Proses *Low Pass Filter* dirasa cukup bila fitur anomali yang menjadi target penelitian tidak lagi menampilkan klosur-klosur anomali yang rapat dan sempit.

Dari pengolahan yang dilakukan pada *Low Pass Filter 1*, nilai skala tertingginya adalah 1050nT dan terendahnya -450nT. Data tersebut telah mengalami perubahan dari bentuk peta kontur magnetik terukur. Gambar 4.2 merupakan hasil pemisahan anomali lokal dan regional dengan *Low Pass Filter 1*

Interpretasi awal yang dapat diketahui dari Gambar 4.2 terdapat anomali yang membentang dari selatan ke utara. Sehingga apabila dilihat dari lingkungan sekitar daerah tersebut merupakan daerah manifestasi emas. Dapat dilihat dari Gambar 4.1 menunjukkan terdapat urat kuarsa yang melintang pada daerah anomali tersebut. Pada peta (Gambar 4.2) digambarkan

perbedaan anomali yang ditunjukkan oleh garis A-A' dan B-B'. Dari asumsi tersebut dimungkinkan bahwa zona pada garis A-A' dan B-B' menjadi target observasi.



Gambar 4.2 Peta kontur anomali regional dengan menggunakan *Low Pass Filter 1*

Pengolahan lebih lanjut dibutuhkan untuk memperkuat analisa fitur anomali magnetik yang menjadi target observasi. Anomali magnetik pada proses kontinuasi keatas masih bersifat dipole dimana fitur anomali masih belum tepat berada di atas sumber anomali. Proses reduksi ke kutub di perlukan untuk melokalisasi keberadaan sumber anomali pada daerah penelitian. Data yang digunakan dalam proses reduksi ke kutub adalah nilai anomali magnetik hasil pemisahan anomali lokal dan regional.

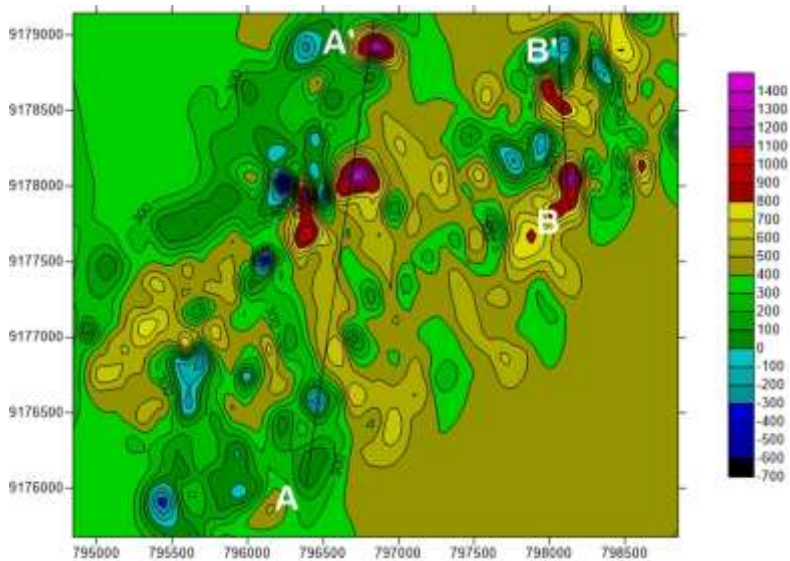
#### 4.3.3 Reduksi ke Kutub Magnetik Bumi

Data yang telah diproses kontinuasi ke atas selanjutnya dilakukan proses reduksi ke kutub untuk melokalisasi anomali maksimum tepat berada diatas tubuh benda penyebab anomali. Sehingga dapat memudahkan untuk tahapan interpretasi. Reduksi ke kutub dilakukan dengan membuat data seolah-olah berada di kutub magnetik bumi dengan sudut inklinasi sebesar  $90^\circ$  dan deklinasi  $0^\circ$ . Proses reduksi ke kutub dipengaruhi oleh besarnya sudut inklinasi dan deklinasi di setiap daerah penelitian. Pada daerah penelitian yang berlokasi di Papandayan, Kabupaten Garut, Jawa Barat besar sudut inklinasi dan deklinasi yang diperoleh dari dari situs pemerintah NOAA adalah sebesar  $-31,7173^\circ$  dan  $0,7055^\circ$ . Nilai inklinasi dan deklinasi ini didapat dari situs pemerintah NOAA dengan memasukkan parameter posisi bujur dan lintang penelitian.

Proses transformasi reduksi ke kutub dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak *MagPick*. Hasil pengolahan anomali magnetik yang telah direduksi ke kutub ditunjukkan pada Gambar 4.3. Dari peta anomali magnetik yang telah direduksi ke kutub, terdapat fitur anomali magnetik tinggi yang dikelilingi oleh nilai anomali magnetik rendah. Pada daerah penelitian ini terdapat dua zona yang akan di observasi lebih lanjut yaitu, garis A-A' dan garis B-B'. Pada garis A-A' fitur anomali magnetik tertinggi memiliki nilai 1400nT sampai 800nT dan dikelilingi oleh nilai anomali magnetik rendah dengan nilai -700nT sampai -100nT. Pada garis B-B' fitur anoali magnetik tertinggi memili nilai 1400nT sampai 800nT dan nilai anomali magnetik terendah memiliki rentang nilai -200nT sampa -100nT.

Ditinjau dari informasi litologi, terdapat *Monomicit Volcanic Breccia* yang persebarannya dominan berada di garis A-A'. *Monomicit Volcanic Breccia* menurut Head dan Wilson (2000) terdiri atas breksi tuff dengan sifat basa serta mineral limenite ( $\text{FeTiO}_3$ ). Dari informasi tersebut, diasumsikan bahwa nilai magnetik tinggi dari garis A-A' (Gambar 4.3) memiliki keterkaitan dengan pesebaran litologi breksi. Ditinjau dari

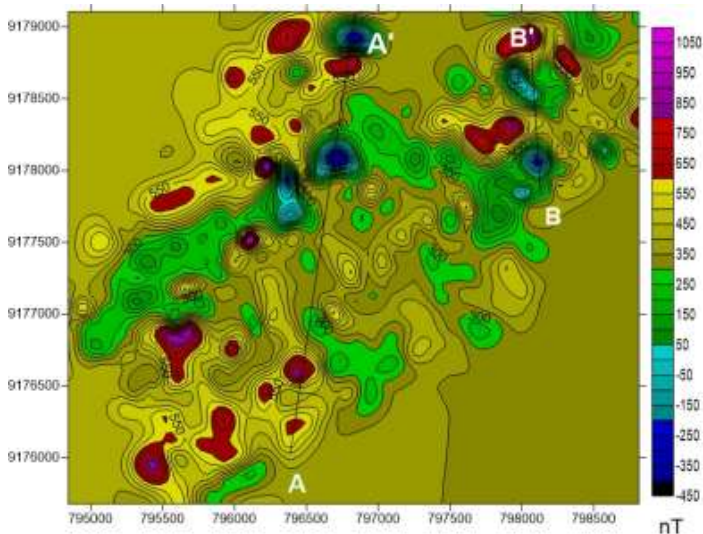
persebaran urat kuarsa yang berasosiasi dengan mineral-mineral logam pada daerah penelitian, nilai anomali magnetik rendah memiliki pola kemenerusan dengan persebaran urat-urat kuarsa. Persebaran urat kuarsa ditunjukkan dengan nilai anomali yang rendah, berkisar  $-200\text{nT}$  sampai  $-100\text{nT}$  pada garis A-A' dan garis B-B'.



Gambar 4.3 Peta kontur hasil Reduksi ke Kutub

#### 4.4 Metode *Continous Wavelet Transform* (CWT)

Metode *Continous Wavelet Transform* digunakan dalam penelitian ini untuk memudahkan dalam menganalisa posisi dan kedalaman dari anomali magnetik pada daerah penelitian. Data yang digunakan adalah data hasil dari pengolahan kontinuitas ke atas. Hasil dari peta kontur kontinuitas ke atas disayat pada daerah observasi (Gambar 4.4).

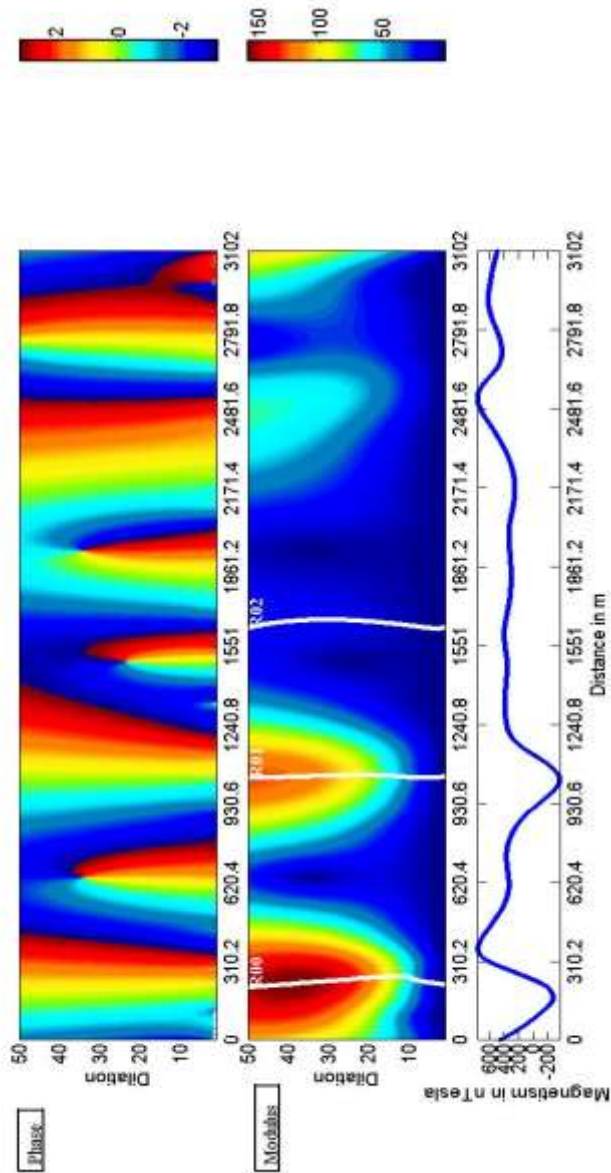


Gambar 4.4 Peta kontur hasil kontinuasi ke atas dengan dua sayatan (A-A' dan B-B').

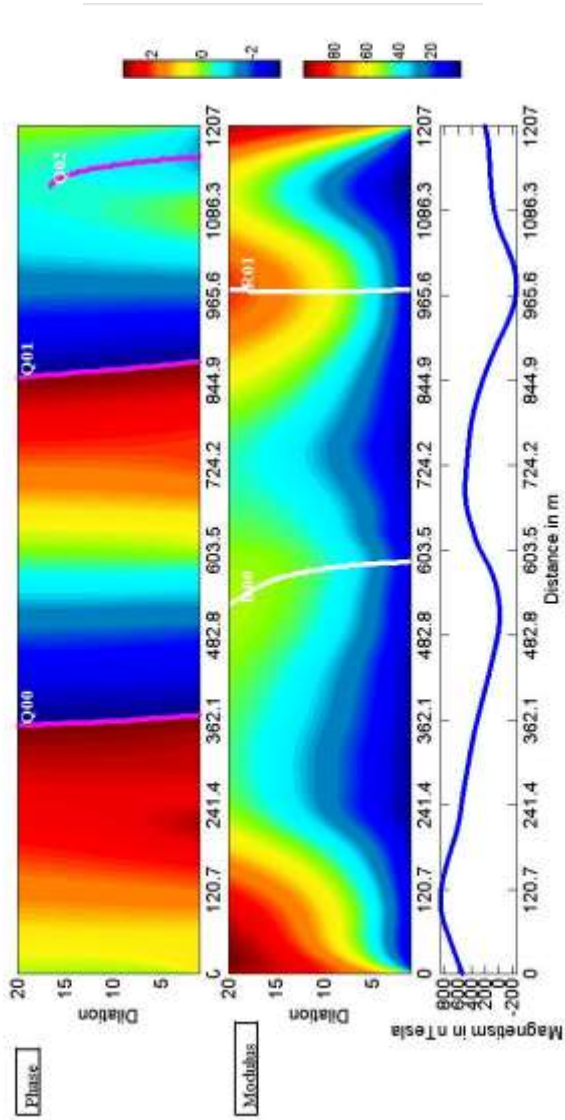
Data sayatan A-A' dan B-B' yang selanjutnya digunakan untuk mendapatkan posisi dan kedalaman anomali magnetik pada daerah penelitian.

Perangkat lunak yang digunakan untuk proses ini adalah Matlab R2009a. *Source code* yang digunakan untuk analisa posisi adalah MWTmatanalysis.m (Mauri et al., 2011). Untuk menentukan posisi anomali digunakan visualisasi phase dan modulus.





Gambar 4.5 Visualisasi fase dan modulus sayatan A-A'



Gambar 4.6 Visualisasi fase dan modulus sayatan B-B'

Dari hasil visualisasi modulus menampilkan adanya tiga posisi anomali pada sayatan A-A' (Gambar 4.5) dan pada sayatan B-B' terdapat dua posisi anomali juga (Gambar 4.6). Hasil dari analisa posisi ini masih memerlukan tahap lebih lanjut, yaitu estimasi kedalaman anomali.

Estimasi kedalaman anomali menggunakan *source code* MWTmatdepth.m. dengan menggunakan data yang didapat dari pengolahan data menggunakan *source code* MWTanalysis.m. Hasil dari pengolahan ini dapat menunjukkan hasil yang berbeda pada satu *wavelet* yang sama sehingga diperlukan perhitungan ketidakpastian dengan menggunakan perangkat lunak *Ms. Excel*. Perhitungan posisi anomali dan ketidakpastiannya yaitu menghitung median dan interquartile sehingga diperoleh hasil kedalaman anomali pada sayatan A-A' dan B-B' (Tabel 4.2).

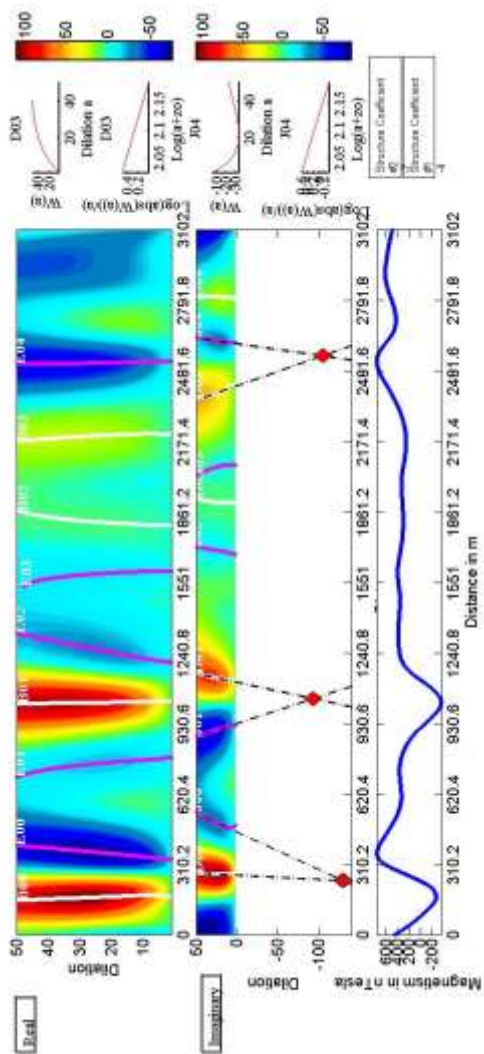
Untuk estimasi kedalaman posisi, hasil yang didapatkan berupa garis ekstrema pada visualisasi koefisien wavelet real dan wavelet imajiner negatif dan positif. Untuk mengetahui kedalaman anomali dilakukan pemilihan ekstrema negatif dan positif yang berdekatan, dimana masing-masing ekstrema menghasilkan regresi linier yang keduanya berpotongan pada suatu titik. Titik perpotongan tersebut merupakan estimasi kedalaman anomali pada tiap wavelet. Untuk menentukan kedalaman anomali dari sayatan A-A' pada Gambar 4.7 digunakan tipe wavelet horizontal turunan pertama (H1) menggunakan visualisasi koefisien imaginery untuk menentukan ekstrema. Penentuan titik koefisien real dan imaginery bergantung dari letak garis ekstrema positif dan negatif yang sesuai dengan letak ekstrema yang muncul pada visualisasi modulus. Terdapat beberapa titik anomali yang berbeda-beda pada kedalaman yang berbeda-beda pula, hasil analisa yang diperoleh pada tiap *wavelet* bisa berbeda, hal ini disebabkan oleh titik sumber anomali yang memiliki jangkauan yang cukup besar dalam arah vertikal maupun dalam arah horizontal sehingga dilakukannya perhitungan ketidakpastian. Pada Gambar 4.8 untuk menentukan kedalaman anomali dari sayatan B-B' digunakan tipe *wavelet*

horizontal turunan pertama (H1) menggunakan koefisien imaginary. Terdapat satu titik anomali dimana dapat dilihat pada Gambar 4.6 untuk sayatan B-B' hanya memiliki dua anomali pada visualisasi modulus.

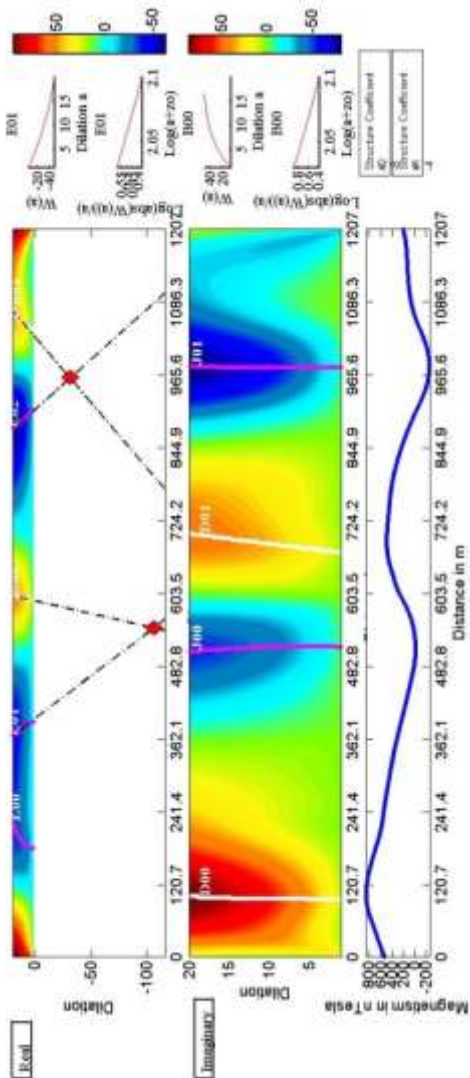
**Tabel 4.2 Nilai hasil analisa kedalaman dan posisi anomali pada setiap sayatan menggunakan metode CWT**

Sayatan	Anomali	Kedalaman (m)	Posisi (m)
A-A'	I	-210,479	243,465
	II	-222	1043.17
	III	-296,634	2550.33
B-B'	I	-98.021	982.8215
	II	-73.9862	580.061

Dari analisa dengan menggunakan metode CWT diperoleh pemodelan bawah permukaan untuk posisi dan kedalaman anomali tiap sayatan untuk selanjutnya dapat membantu interpretasi secara kuantitatif.



Gambar 4.7 Visualisasi koefisien imaginary dengan 5 titik anomali pada sayatan A-A'



Gambar 4.8 Visualisasi koefisien imaginary dengan 2 titik anomali pada sayatan B-B'

#### **4.5 Analisa Posisi dan Kedalaman Anomali**

Hasil analisa yang telah dilakukan dengan menggunakan metode CWT dapat diperoleh penggambaran posisi dan kedalaman anomali bawah permukaan. Data yang digunakan merupakan hasil pengolahan analisa posisi dan kedalaman dengan menggunakan CWT pada setiap sayatan. Sayatan yang digunakan pada penelitian ini terdapat dua sayatan, yaitu sayatan A-A' dan B-B'.

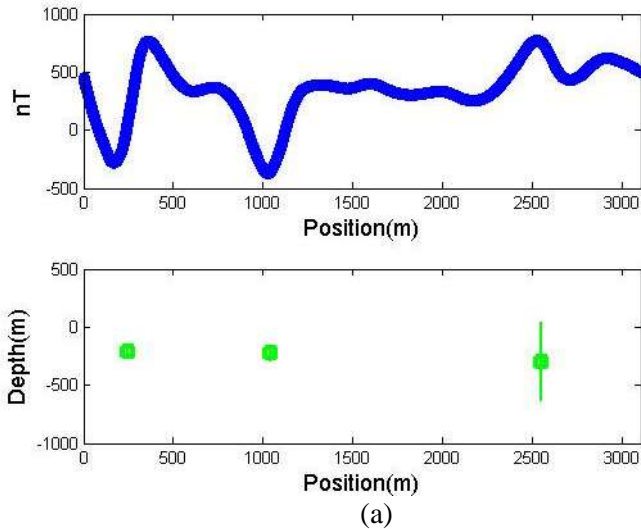
Penggambaran posisi dan kedalaman anomali pada bawah permukaan untuk sayatan A-A' ditunjukkan pada Gambar 4.9a dan untuk sayatan B-B' ditunjukkan pada Gambar 4.9b. Untuk sayatan A-A' terdapat 3 anomali. Anomali pada sayatan A-A' terletak pada posisi 243,465m dengan kedalaman -210,749m untuk anomali I kemudian anomali II pada posisi 1043,17m dengan kedalaman -222m dan anomali III pada posisi 2550,33m dengan kedalaman -296,634m. Penggambaran posisi anomali dan kedalaman bawah permukaan sayatan B-B' (Gambar 4.9b) menunjukkan terdapat dua anomali dengan posisi 982,8215m dengan kedalaman -98,021m untuk anomali I dan anomali II pada posisi 580,061m dengan kedalaman -73,9862m.

Keberadaan anomali ini dapat dikorelasikan dengan hasil modulu yang terdapat pada saat pengolahan analisa posisi dan kedalaman menggunakan metode CWT. Visualisasi modulus untuk sayatan A-A' (Gambar 4.5) menunjukkan adanya 3 ekstrema dengan nilai intensitas anomali hal tersebut diperkuat dengan penggambaran posisi anomali dan kedalaman (Gambar 4.9a) dimana terdapat tiga anomali pada sayatan A-A'. Untuk penggambaran sayatan B-B' terdapat dua anomali dengan letak dan posisi sesuai dengan Tabel 4.2 hal ini didukung dengan hasil visualisasi modulus sayatan B-B' Gambar 4.6 dimana terdapat dua buah ekstrema yang menunjukkan adanya dua buah anomali pada sayatan tersebut.

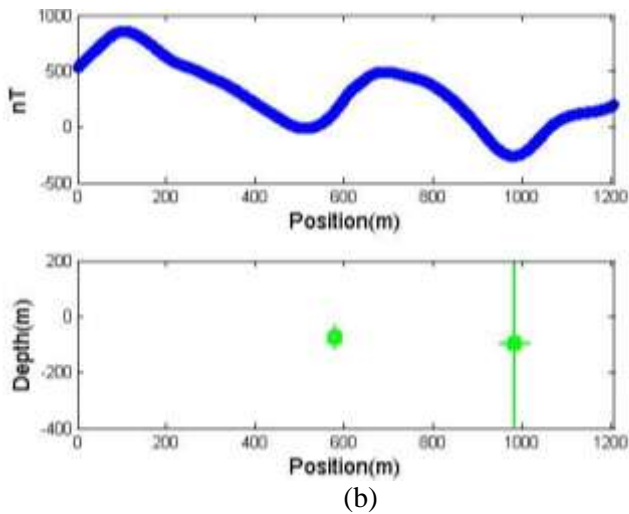
Nilai anomali rendah yang ada pada peta anomali magnetik hasil kontinuasi ke atas di daerah sayatan A-A' dan sayatan B-B'

adalah daerah yang diduga memiliki proses mineralisasi. Sedangkan nilai anomali magnetik tinggi pada daerah sayatan A-A' dan sayatan B-B' diduga disebabkan oleh adanya struktur yang mengontrol distribusi fluida hidrotermal yang menyebabkan daerah tersebut mengalami fase *magnetic destructive*. Pendugaan keberadaan struktur di daerah tersebut diperkuat dengan penggambaran posisi dan kedalaman anomali dengan perbandingan nilai intensitas magnetik pada setiap sayatan.

Selain itu, persebaran urat-urat mineral juga mengikuti pola kemenerusan nilai anomali magnetik rendah pada daerah penelitian.







(b)

Gambar 4.9 (a) Grafik perbandingan intensitas magnetik dengan posisi dan kedalaman titik anomali pada sayatan A-A'  
 (b) Grafik perbandingan intensitas magnetik dengan posisi dan kedalaman titik anomali pada sayatan B-B'

*“ halaman ini sengaja dikosongkan ”*

## **BAB V**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **5.1 Kesimpulan**

Berdasarkan dari hasil pengolahan data dan interpretasi data magnetik di daerah Papandayan, Kabupaten Garut, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Hasil pengolahan data magnetik dapat memetakan anomali medan magnet regional pada daerah Papandayan, dengan rentang nilai kontras anomali tertinggi bernilai 1050nT sampai dengan 650nT. Daerah dengan nilai anomali rendah -450nT sampai dengan -50nT.
2. Pengolahan data dengan metode CWT pada daerah Papandayan menghasilkan nilai kedalaman dan posisi anomali magnetik yang diduga tubuh intrusi dengan posisi anomali untuk sayatan A-A' adalah 243,465m untuk posisi dengan kedalaman -210,749m untuk anomali I kemudian anomali II pada posisi 1043,17m dengan kedalaman -222m dan anomali III pada posisi 2550,33m dengan kedalaman -296,634m. Posisi anomali dan kedalaman bawah permukaan sayatan B-B' menunjukkan terdapat dua anomali dengan posisi 982,8215 dengan letak kedalaman -98.021m untuk anomali I dan anomali II pada posisi 580,061m dengan kedalaman -73,9862m.

#### **5.2 Saran**

Setelah dilakukannya penelitian ini maka diperoleh beberapa hal yang dapat disarankan untuk menjadi bahan perbandingan dalam penelitian yang akan lebih lanjut, di antara lain sebagai berikut :

1. Diperlukannya kolaborasi analisa data menggunakan metode geofisika lainnya, seperti metode resistivitas, gravitasi dan metode geofisika yang berkaitan dengan kegiatan eksplorasi tambang untuk menghasilkan analisa yang lebih baik.

2. Diperlukannya analisa lebih lanjut dengan pemodelan 2D dan 3D bawah permukaan untuk dianalisa dan dieksplorasi lebih jauh.

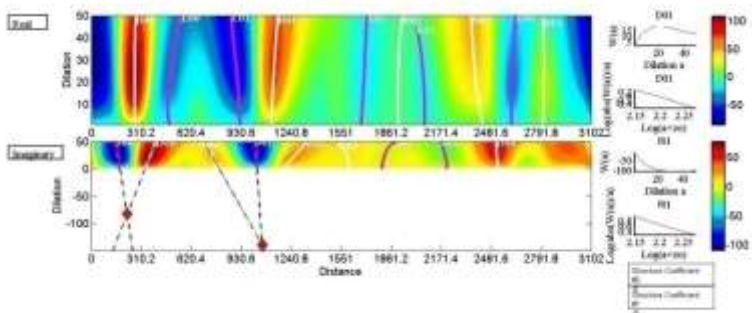
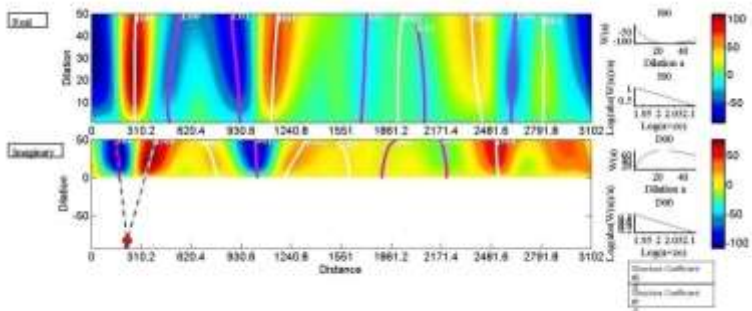
## DAFTAR PUSTAKA

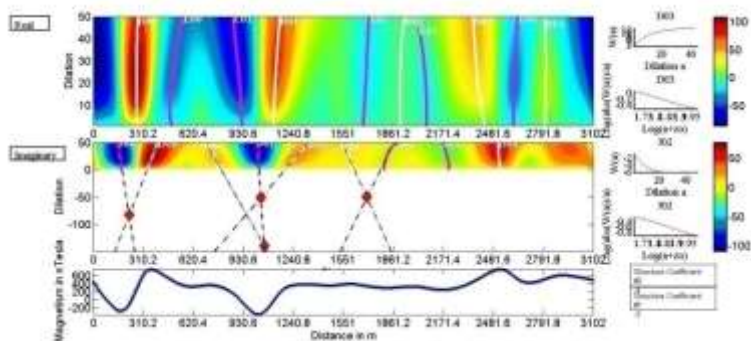
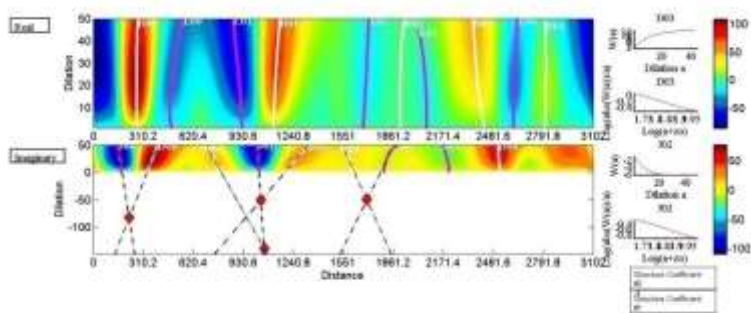
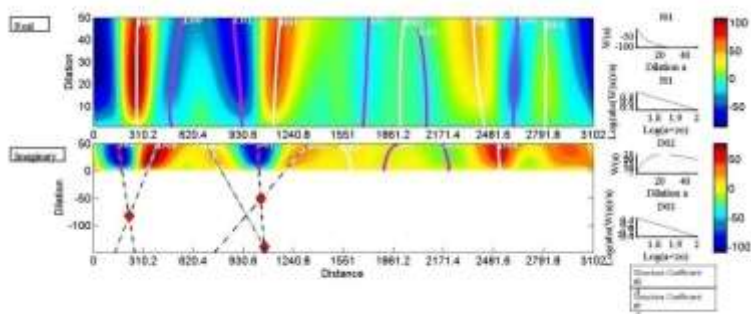
- Blakely, J, 1996, *Potential Theory in Gravity and Magnetic Applications*, Cambridge: Cambridge University Press.
- Grant, F.S., West, G.F., 1965. Interpretation theory in applied geophysics.
- Grossmann, A., Morlet, J., 1984. Decomposition of Hardy Functions into Square Integrable Wavelets of Constant Shape. *SIAM J. Math. Anal.* 15, 723–736. doi:10.1137/0515056
- Hinze, W.J., Von Frese, R.R.B., Saad, A.H., 2013. Gravity and magnetic exploration: principles, practices, and applications, 1. publ. ed. Cambridge Univ. Press, Cambridge.
- Hoschke, T., 2011, *Geophysical Signatures of Ccoper -Gold Porphyry and Epithermal Gold Deposits, and Implications for Exploration*. Tasmania: ARC Centre of Excellence in Ore Deposits
- Mauri, G., Williams-Jones, G., Saracco, G., 2011. MWTmat—application of multiscale wavelet tomography on potential fields. *Comput. Geosci.* 37, 1825–1835. doi:10.1016/j.cageo.2011.04.005
- Reeve, W.D., 2010. Geomagnetism Tutorial. Reeve Obs. Anchorage Alsk.-USA.
- Sailhac, P., Gibert, D., Boukerbout, H., 2009. The theory of the continuous wavelet transform in the interpretation of potential fields: a review. *Geophys. Prospect.* 57, 517–525. doi:10.1111/j.1365-2478.2009.00794.x
- Telford, A.E., 1992. *Applied Geophysics* (2nd edition) by W. M. Telford, L. P. Geldart and R. E. Sheriff, Cambridge University Press, 1991. No. of pages: 770. Price £65.00 (hardback), £25.00 (soft cover). *Geol. J.* 27, 97–97. doi:10.1002/gj.3350270119

*“ halaman ini sengaja dikosongkan ”*

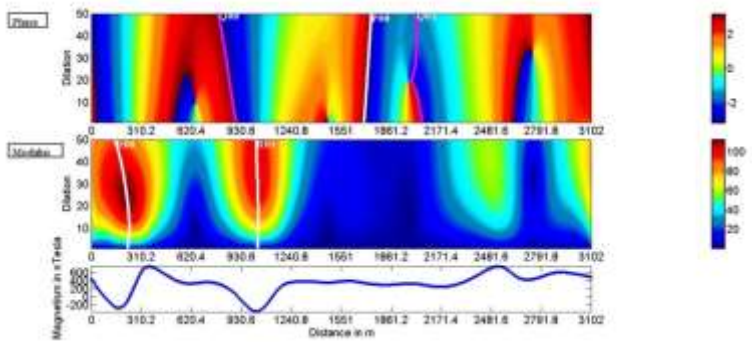
## LAMPIRAN

1. Lampiran hasil pengolahan data menggunakan metode CWT pasa sayatan A-A' wavelet Horizontal 1

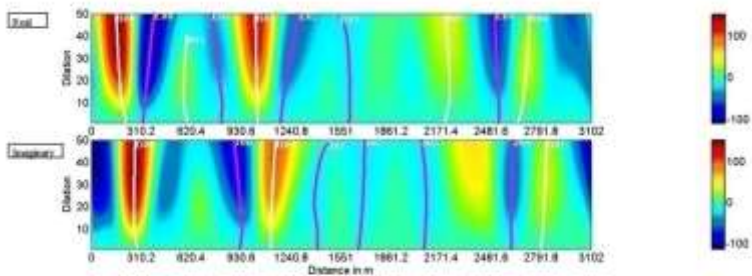


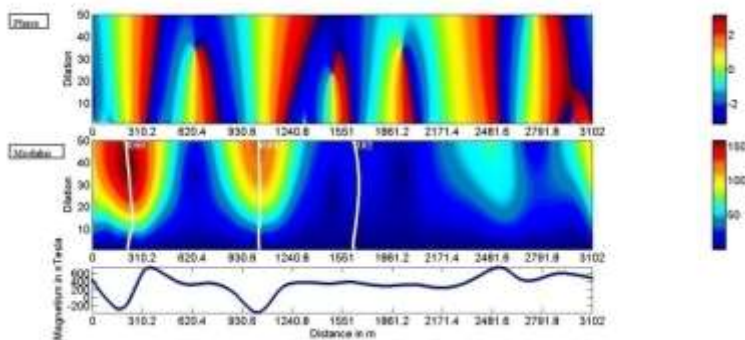
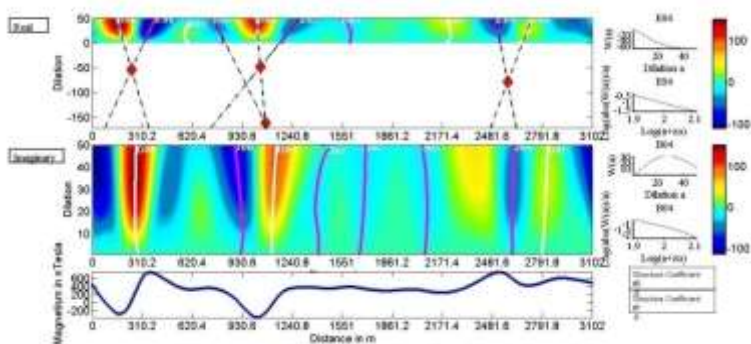




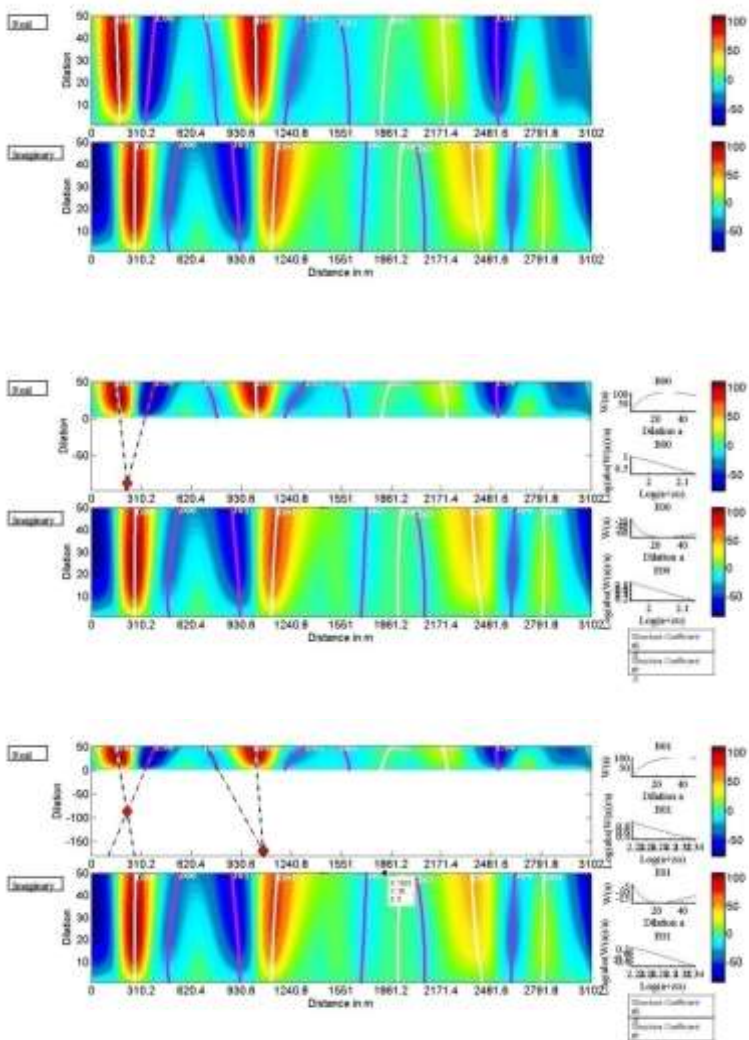


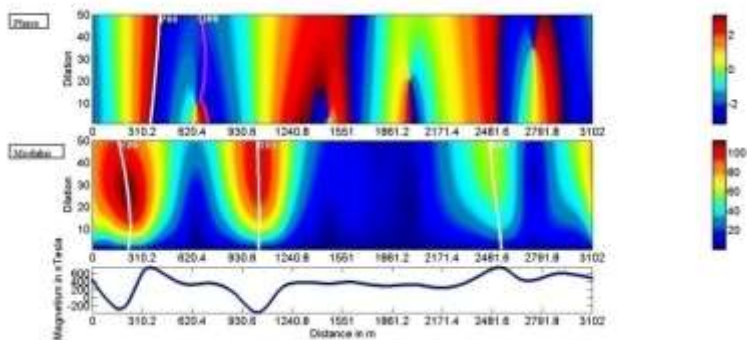
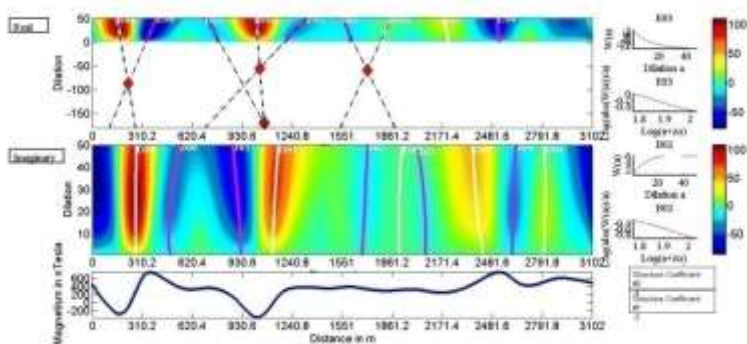
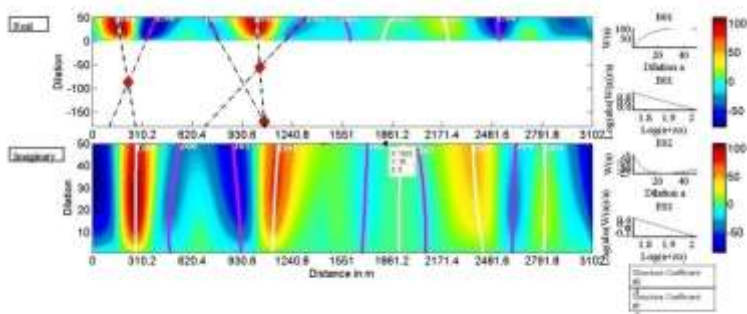
2. Lampiran hasil pengolahan data menggunakan metode CWT pasa sayatan A-A' wavelet Horizontal 2



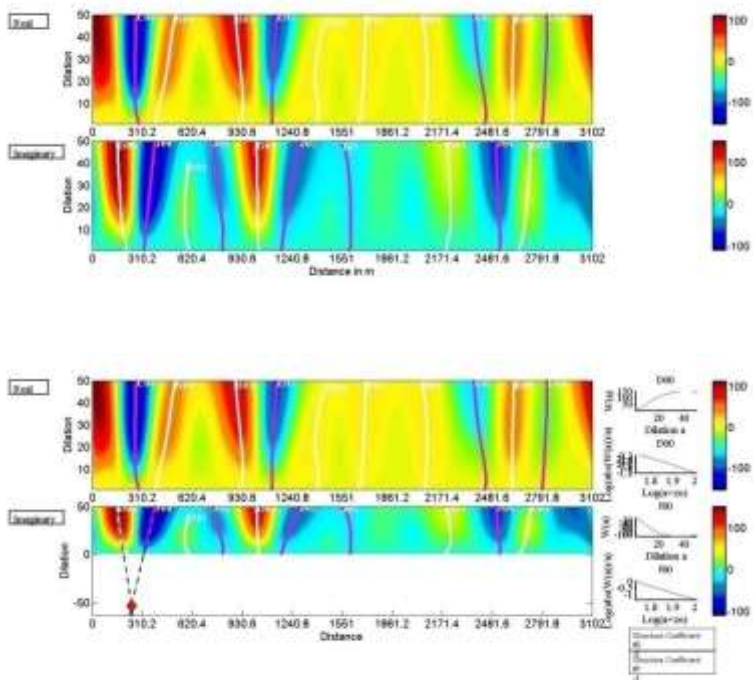


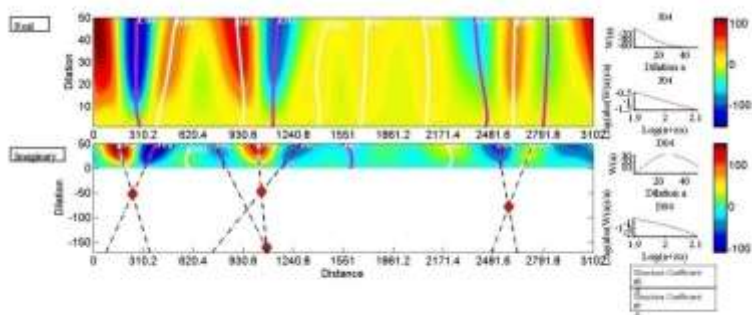
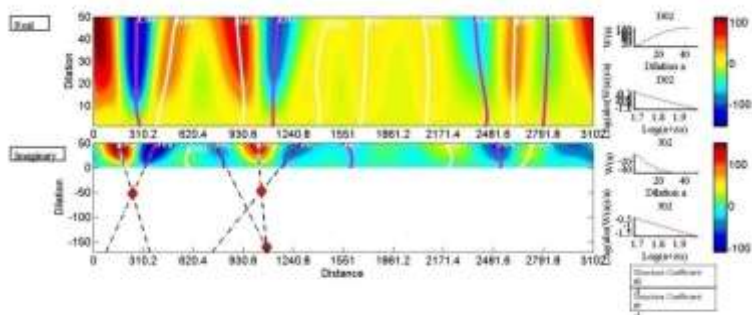
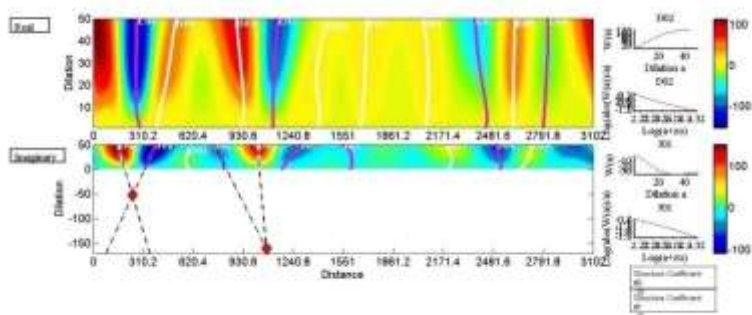
### 3. Lampiran hasil pengolahan data menggunakan metode CWT pasa sayatan A-A' wavelet Vertikal



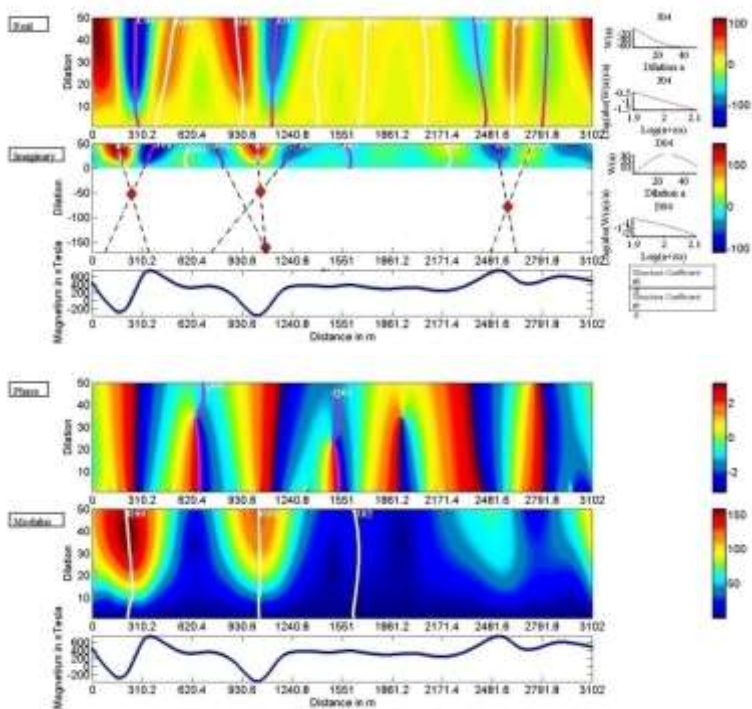


4. Lampiran hasil pengolahan data menggunakan metode CWT pasa sayatan A-A' wavelet vertikal 2

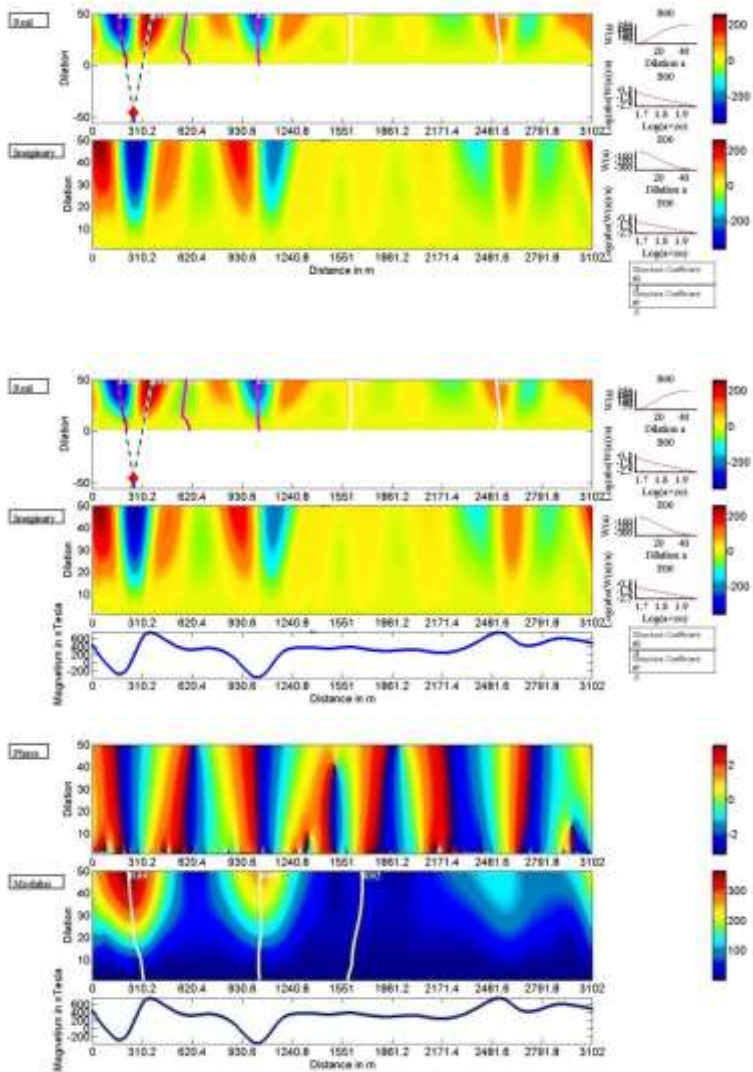






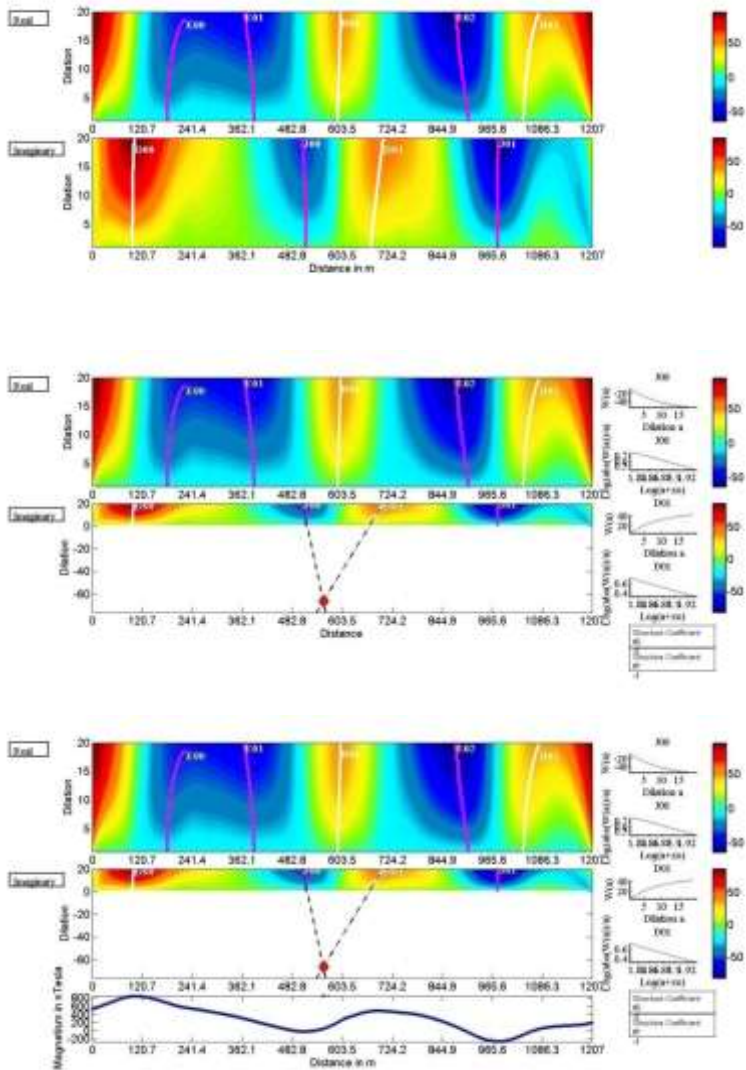


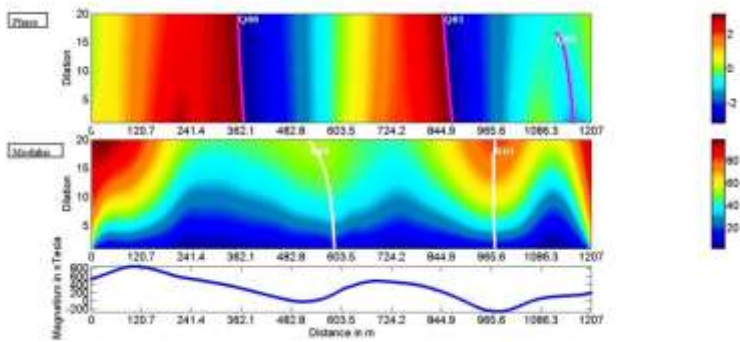
5. Lampiran hasil pengolahan data menggunakan metode CWT pasa sayatan A-A' wavelet vertikal 3



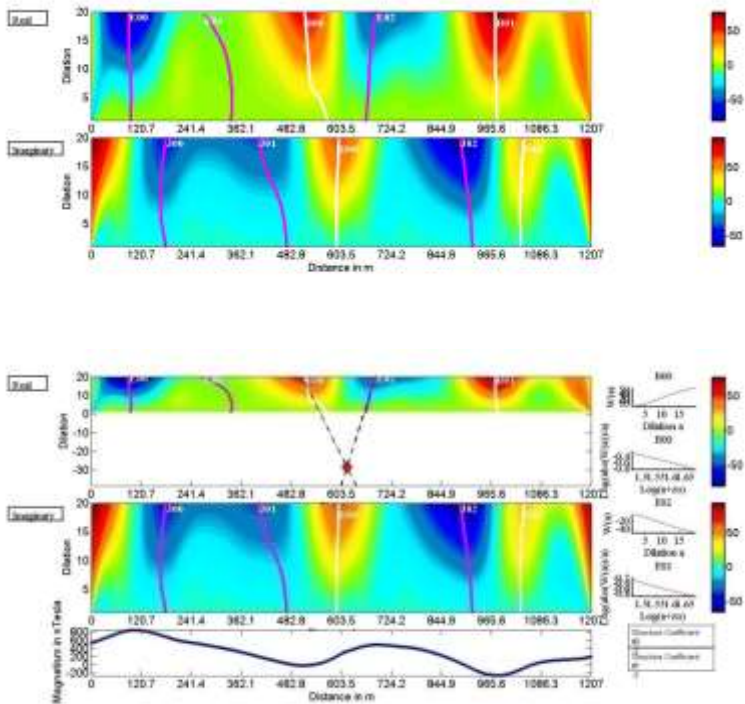


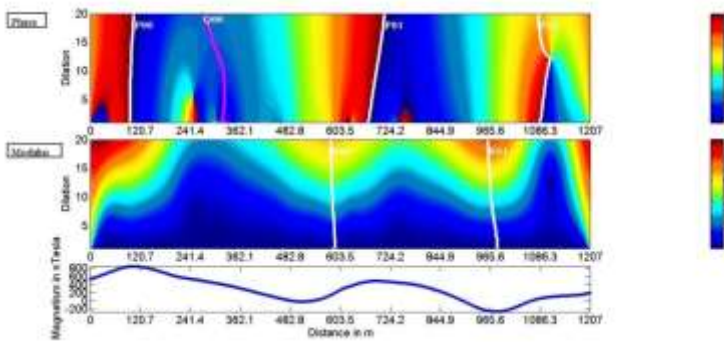
6. Lampiran hasil pengolahan data menggunakan metode CWT pasa sayatan B-B' Horizontal 1



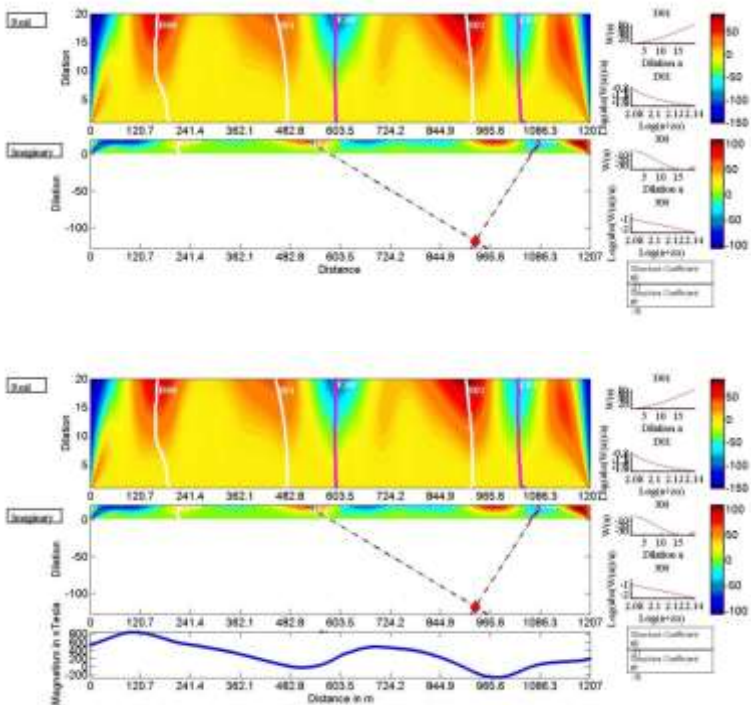


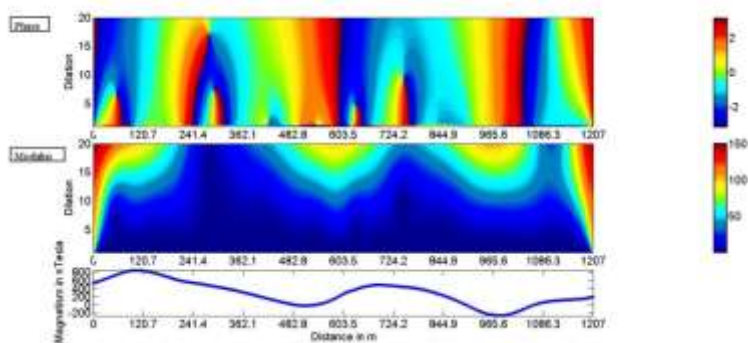
7. Lampiran hasil pengolahan data menggunakan metode CWT pasa sayatan B-B' Horizontal 2





8. Lampiran hasil pengolahan data menggunakan metode CWT pada sayatan B-B' Horizontal 3





### **Biodata Penulis**



Penulis dilahirkan di Jakarta, 17 Juli 1995 merupakan anak pertama dari 3 bersaudara. Penulis telah menempuh pendidikan formal yaitu SD Muhammadiyah 15 Surabaya, SMP Muhammadiyah 5 Surabaya, SMAN 4 Surabaya. Penulis mengikuti SMITS pada tahun 2013 dan diterima di jurusan Fisika ITS terdaftar dengan NRP 1113100120. Berdomisili di Wiyung, Surabaya

Di jurusan Fisika FMIPA-ITS ini Penulis mengambil Bidang Geofisika. Penulis sempat aktif di kegiatan organisasi selama dua tahun di Society of Petroleum Engineering (SPE) sebuah organisasi berkonsentrasi pada dunia Oil dan Gas. Penulis sempat menjalani Kerja Praktek di PT. Pertamina Hulu Energi pada tahun 2016 dan melaksanakan penelitian Tugas Akhir di Unit GEOMIN PT. ANTAM Tbk pada tahun 2017.